Quaternaire, **26**, (2), *2015*, p. 117-139

DYNAMIQUES GÉOMORPHOLOGIQUES ET TYPOLOGIE GÉOARCHEOLOGIQUE DES PORTS ANTIQUES EN CONTEXTES LAGUNAIRES

■

Christophe MORHANGE[1], Nick MARRINER[2], Alexandre BARALIS[3], Maria Luisa BLOT[4], Guénaëlle BONY[1], Nicolas CARAYON[5], Pilar CARMONA[6], Clément FLAUX[7], Matthieu GIAIME[1], Jean-Philippe GOIRAN[8], Mourad KOUKA[1,9], Anna LENA[10], Ameur OUESLATI[10], Marinella PASQUINUCCI[11] & Alexeï POROTOV[12]

RÉSUMÉ

En domaine littoral, dans un contexte de stabilisation plurimillénaire de la montée du niveau de la mer, une question qui se pose est celle de l'impact des conditions environnementales sur les choix d'implantation des communautés humaines qui s'installent autour des lagunes. L'historiographie a développé des modèles plus ou moins déterministes mais survivent-ils à la confrontation avec les données environnementales récemment acquises ? Quels ont été les effets de ces occupations sur l'évolution du littoral et réciproquement, comment les sociétés anciennes ont utilisé, contourné, surmonté ou pas les potentialités et contraintes environnementales spécifiques liées à l'occupation des milieux lagunaires, telles que l'accessibilité, la navigabilité, la vitesse de remblaiement et la hauteur de la colonne d'eau. Nous présentons des données acquises dans le cadre de nombreuses recherches pluridisciplinaires sur différents ports principalement méditerranéens et nous tentons d'estimer le poids des forçages naturels et anthropiques sur la mobilité des rivages à différentes échelles spatiales, ces processus affectant plus ou moins directement l'aménagement et la survie des ports lagunaires. Nous présentons cinq principaux types de contexte portuaire lagunaire différents, qui illustrent l'immense diversité et mobilité de ces milieux, leurs potentialités mais aussi leurs contraintes, la quasi-totalité des trajectoires géomorphologiques des lagunes aboutissant à leur disparition, soit par remblaiement soit par submersion : (1) les bassins lagunaires artificiels, (2) les ports lagunaires remblayés en contexte deltaïque, (3) les ports lagunaires toujours en eau, (4) les ports estuariens et (5) les systèmes de lagune mixte.

Mots-clés : lagune, port antique, risque naturel, détritisme, géomorphologie, géoarchéologie

ABSTRACT

GEOMORPHOLOGY AND GEOARCHAEOLOGICAL TYPOLOGY OF ANCIENT HARBOURS IN LAGOONAL CONTEXTS

In coastal areas, under a context of relative sea-level stability during the past 6,000 years, one important question relates to the impact of environmental conditions on human settlements around lagoons. Historiography has developed a number of deterministic models but how do these fair in the light of recent palaeo-environmental data? What was the impact of these occupations on the evolution of the coastline? How did ancient societies use and overcome, or not, the environmental potentialities and specific constraints linked to the occupation of lagoonal environments, including accessibility, navigation conditions, sediment infilling and the draught depth. Here we present a number of multidisciplinary case study examples of lagoonal harbours. We attempt to estimate the weight of natural forcing agents on the different harbour sites and underline the important roles of coastline changes and the

[1] Aix-Marseille Université, CNRS-CEREGE, UMR 6635, IUF, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, FR-13545 Aix-en-Provence. *Courriel*: morhange@cerege.fr
[2] CNRS, laboratoire Chrono-Environnement, UMR 6249, Université de Franche-Comté, 16 route de Gray, FR-25030 BESANÇON. *Courriel* : nick.marriner@univ-fcomte.fr
[3] Département des Antiquités Grecques, Etrusques et Romaines, Musée du Louvre, FR-75058 PARIS. *Courriel* : alexandrebaralis@yahoo.fr
[4] CHAM, Centro de História d'Aquém e d'Além-Mar, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Avenida de Berna, 26-C, PT-1069-061 LISBOA.
[5] School of Humanities, Archaeology, University of Southampton, Avenue Campus, SOUTHAMPTON, UK- SO17 1BF. *Courriel* : nicolas.carayon@soton.ac.uk
[6] Universitat de València, av. Blasco Ibáñez, 28 , ES-46010 VALENCIA. *Courriel* : pilar.carmona@uv.es
[7] CNRS, EcoLab, UMR 5245, 118 route de Narbonne, Bâtiment 4R1, FR-31062 TOULOUSE. *Courriel* : flaux.clement@gmail.com
[8] CNRS, Archéorient, UMR 5133, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 7 rue Raulin, FR-69365 LYON. *Courriel* : jean-philippe.goiran@mom.fr
[9] Université de Tunis, CGMED, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Bd. 9 avril, TN-1007, TUNIS. *Courriel* : oueslatiameur@yahoo.fr
[10] Scuola Interateneo di Specializzazione in Beni Archeologici, Università di Trieste-Udine-Venezia Ca' Foscari, Dipartimento di Scienze dell'Antichità, via Lazzaretto Vecchio 6, IT-34123 TRIESTE. *Courriel* : iskenderia@gmail.com
[11] Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico, Università di Pisa, via L. Galvani 1, IT-56126 PISA. *Courriel* : pasquinucci@sta.unipi.it
[12] Université d'Etat Lomonossov, faculté de géographie, Vorobiovi Gori 1, MOSCOU, RU-199899. *Courriel* : alexey-porotov@ya.ru

Manuscrit reçu le 23/06/2014, accepté le 28/10/2014

sedimentary infilling of the lagoons at different spatial scales. These processes impacted upon the infrastructure and the viability of the lagoonal harbours to varying degrees. We present five main types of lagoonal harbour that show the great diversity of these environments, their potentiality and also their constraints: (1) artificially-dug lagoonal harbours, known in the ancient literature as "cothons", (2) infilled lagoonal harbours in deltaic contexts, (3) lagoonal harbours still in water, (4) estuarine harbours and (5) mixed lagoon systems.

Keywords: lagoon, ancient harbour, natural hazard, sediment supply, geomorphology, geoarchaeology

1 - INTRODUCTION

Comme l'ont déjà souvent répété les géographes et les historiens depuis la Renaissance, l'humanité exerce son action sur un espace anisotrope, lourd d'héritages naturels et humains. Cet environnement «reçu» est un élément important d'explication de la différenciation spatiale le long des littoraux lagunaires méditerranéens sur la longue durée. Il est le produit à la fois de processus géologiques, géomorphologiques, biologiques et météo-marins, couplés avec des actions d'aménagement des territoires (Walker, 1984 ; Flemming, 2011).

Les ports antiques constituent des objets de recherche particulièrement riches. Leurs études permettent de mieux comprendre la mobilité des paysages et des sociétés maritimes anciennes (Morhange, 2001 ; Marriner & Morhange, 2007). En effet, les sédiments apportés par les fleuves, le ruissellement, les réseaux d'eaux usées et les courants marins sont piégés dans les bassins portuaires pendant plusieurs millénaires. L'étude multi-indicateurs des archives sédimentaires aboutit à la reconstitution des environnements anciens et des paléo-processus qui reflètent des dynamiques sur la longue durée et traduisent les impacts d'événements plus ponctuels (Bony *et al*., 2014).

A l'échelle des milliers d'années, deux paramètres déterminant dans la mobilité des rivages sont à l'œuvre : (a) la variation relative du niveau de la mer qui est en décélération depuis au moins 7 000 ans (Fleming *et al*., 1998 ; Stewart & Morhange, 2009), et (b) la progradation d'origine terrigène des côtes meubles sous l'influence d'un budget sédimentaire très largement positif (Bousquet *et al*., 1987 ; Stanley & Warne, 1994 ; Anthony, 2009). A l'échelle du temps long, les sédiments apportés par les fleuves entraînent l'avancée du trait de côte et le remblaiement des graus à l'origine d'une hyper-sédimentation piégée à l'intérieur des bassins portuaires, particulièrement en contexte lagunaire, à l'image des ports antiques enclavés dans les deltas de la Kouban dans la presqu'île de Taman en Russie (Kelterbaum *et al*., 2011 ; Giaime *et al*., 2014), de l'Acheloos en Grèce (Vött, 2007 ; Vött *et al*., 2007) ou à Tarse en Turquie (Öner *et al*., 2003).

Au sein de ce contexte général, les différentes dynamiques naturelles, associées à l'occupation humaine des littoraux et des bassins-versants desquels ils dépendent, peuvent engendrer des contraintes, des risques et des vulnérabilités spécifiques à des échelles spatio-temporelles variables (Morhange & Marriner, 2010a). Les milieux paraliques présentant des spécificités géomorphologiques et écologiques (Petit, 1953 ; Kjerfve & Magill, 1989 ; Guelorget & Perthuisot, 1983 ; Duck & Figueiredo da Silva, 2012), quatre principaux forçages impactent plus ou moins directement l'aménagement et la survie des ports lagunaires (fig. 1).

Fig. 1 : Carte de localisation des ports lagunaires et des lagunes cités dans le texte.
Fig. 1: Location map of lagoonal harbours and lagoons cited in the text.

1.1 - LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Il oppose les lagunes dynamiques édifiées le long des littoraux meubles, aux lagunes inscrites dans un substrat dur. La présence de lagunes est particulièrement typique des environnements deltaïques, parce que les dynamiques hydro-sédimentaires, fluviale et marine, sont génératrices de cuvettes. En effet, les fleuves édifient des levées latérales qui délimitent des dépressions lacustres, tandis que la dérive littorale participe sur le front externe à isoler des lagunes de barrage par la construction de flèches côtières. Le transfert sédimentaire joue donc un rôle essentiel dans le maintien des cordons et, lorsqu'elles existent, dans l'évolution des passes et leur degré d'ouverture (Bird, 1994). Les lagunes « deltaïques » protégées par des flèches littorales sont des formes assez labiles et fragiles comme l'illustre, par exemple, l'évolution depuis 1853 des lagunes occidentales du delta du Mississippi (McBride *et al*., 2013 ; fig. 2).

Par contraste, la lagune du cratère de l'Averno, en Italie méridionale, s'inscrit dans le substrat volcanique des Champs Phlégréens et a abrité temporairement un bassin militaire vers 37 av. J.-C. dans le cadre du grand aménagement de Portus Julius (Grüger & Thulin, 1998 ; Passaro *et al*., 2013 ; fig. 3A). La lagune de l'étang de Berre (ca. 1 550 km^2) est un bel exemple de dépression lagunaire d'origine double, structurale et hydro-éolienne. Elle est inscrite dans un synclinal et connectée à la mer par l'aménagement d'un canal artificiel (Roux, 1991). En Tunisie méridionale, la Bahiret el Biban (ca. 230 km^2) est un autre exemple de lagune rocheuse originale car isolée de la mer, non par une flèche sableuse, mais par un bourrelet rocheux quaternaire haut de quelques mètres (Paskoff & Sanlaville, 1983). Les ressources halieutiques étaient déjà connues et exploitées dans l'antiquité, comme en témoignent les textes (Périple du Pseudo-Scylax, Strabon…) en accord avec la présence de fabriques romaines de salaisons et de pourpre à l'entrée et le long des rives de la lagune. Les recherches archéolo-

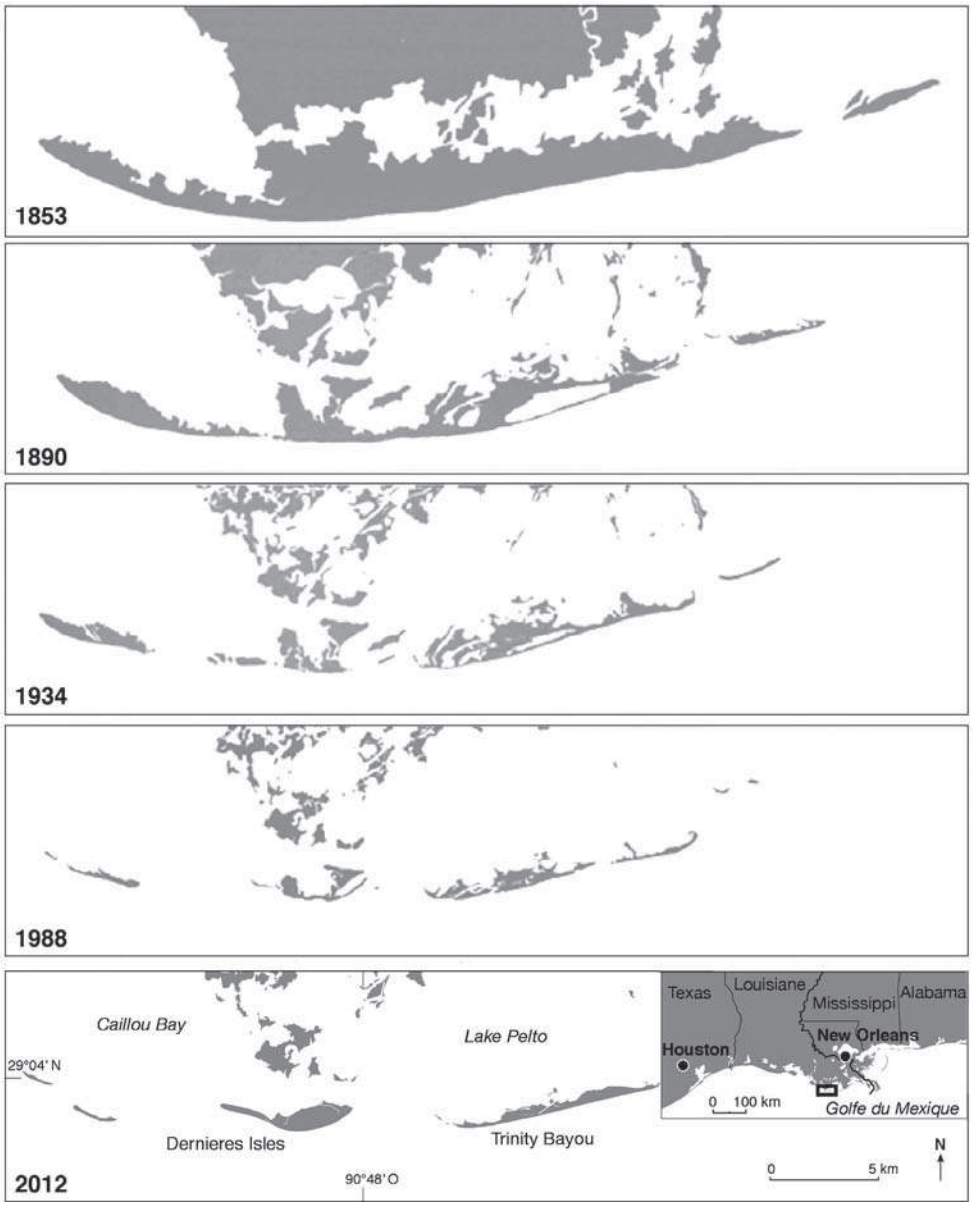

Fig. 2 : Évolution de la lagune Pelto au large du delta du Mississippi depuis 1853 (modifié d'après McBride *et al*., 1992).
Cette lagune est considérée comme en expansion, principalement du fait de la subsidence littorale.
Fig. 2: Evolution of the Pelto lagoon, off the Mississipi delta, since 1853 (adapted from McBride et al.*, 1992). The lagoon is expanding, essentially as a result of coastal subsidence.*

Fig. 3 : Diversité géomorphologique des ports lagunaires en Méditerranée (images satellites extraites de Google Earth).
Fig. 3: Geomorphological diversity of lagoonal harbours in the Mediterranean (images from Google Earth). A/ The naturally protected Roman Harbour of the volcanic crater of Averno (Italy). B/ Marsala lagoon on the Island of Mozia (Sicily, Italy). C/ The cothon of Mahdia (Tunisia). The harbour basin has been carved into the substratum. D/ Maryut lagoon (Egypt). Ancient harbour of Taposiris. Dredging channel and artificial moles. E/ Roman harbour of Ras Segala (Bou Grara, Tunisia). The long moles are explained by the shallow water column.

giques mettent en évidence une présence humaine beaucoup plus dense dans l'Antiquité que de nos jours, autour d'activités liées à la pêche (Trousset & Paskoff, 1991).

On peut également définir un type mixte de lagune d'origine structurale et sédimentaire, comme celle du Maryût, à la marge nord-occidentale du delta du Nil, dont l'invagination occidentale est contrainte par les rides d'éolianites pléistocènes, alors que la marge orientale était limitée par la branche Canopique du Nil (Flaux *et al*., 2012, 2013 ; fig. 4).

Ces différents contextes géologiques génèrent des bassins lagunaires de volumes variables. Lors de l'installation d'une ville portuaire au bord d'une lagune, le volume de celle-ci définit l'accessibilité (hauteur d'eau) et la capacité du bassin portuaire. Au cours du temps, sa longévité dépendra du volume initial et des apports sédimentaires qui tendent inéluctablement à la combler. Plus le volume lagunaire disponible est important, plus la vitesse du remblaiement sédimentaire sera théoriquement lente. Le rapport entre le bassin-versant à l'amont et le volume lagunaire à remblayer au niveau de base explique parfois assez simplement les trajectoires géomorphologiques des ports. Par exemple, le remblaiement assez rapide du port de Cumes-Licola à l'aval de la dérive littorale de l'embouchure de l'immense bassin-versant du Volturno (ca. 5 560 km^2) contraste avec l'ample lagune de Marsala toujours en eau entourant l'îlot de Mozia à l'aval de la dérive littorale de l'embouchure du fleuve Birgi dont la surface du bassin-versant est beaucoup plus réduite (ca. 350 km^2 ; fig. 5A et B). Les sociétés antiques avaient donc tout intérêt à s'installer au sein de vastes lagunes à l'image de la colonie phénicienne de Mozia fondée au VIIIe siècle av. J.-C. au cœur d'un plan d'eau qui occupe une surface d'environ 2 000 ha et une profondeur maximale de 2 m. La lagune de Marsala est barrée par la flèche littorale d'Isola Grande depuis au moins 5 000 ans, qui agit comme un brise-lames naturel (Basso *et al*., 2008 ; fig. 3B).

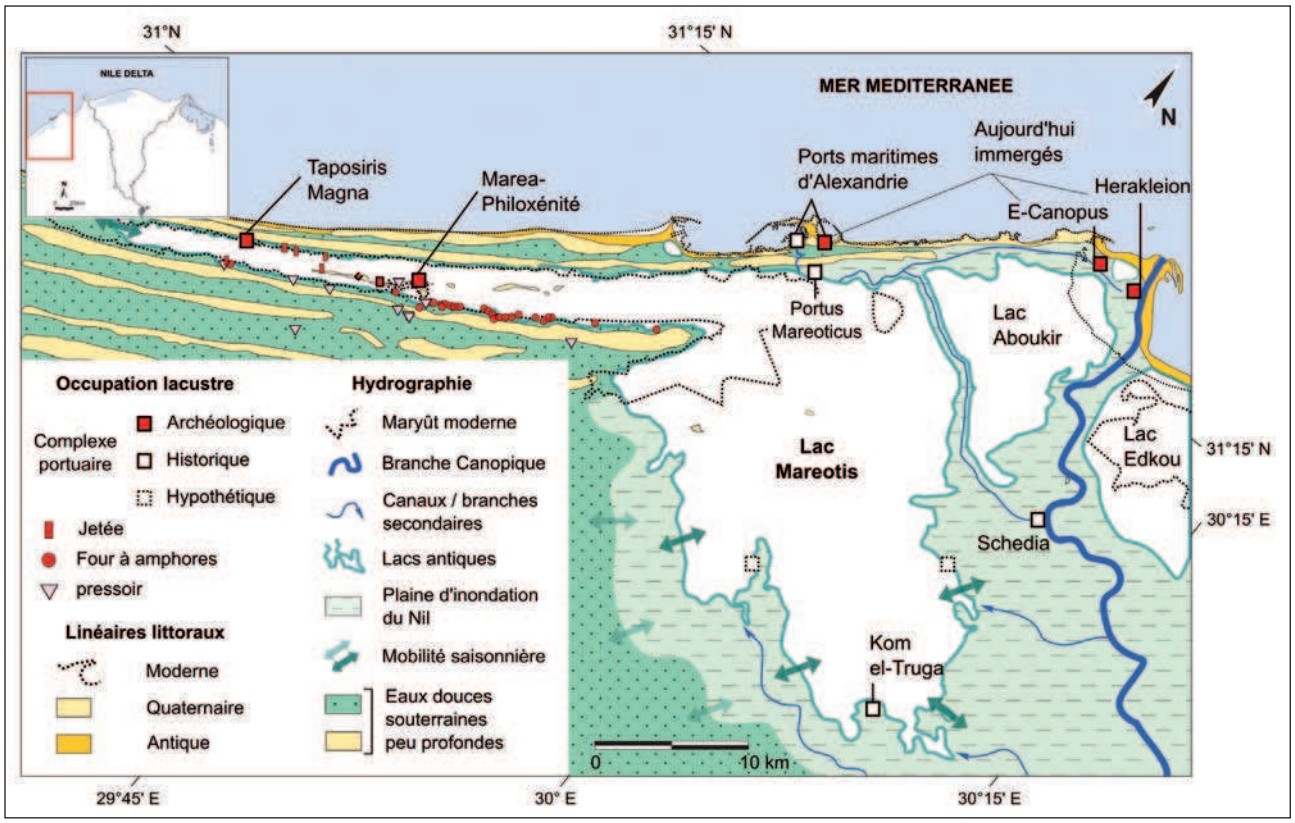

Fig. 4 : Carte hydro-géomorphologique du nord-ouest du delta du Nil, proposée pour la période antique (Flaux & Pichot, 2014).
Fig. 4: Hydro-geomorphological map of the north-west Nile delta during antiquity (Flaux & Pichot, 2014).

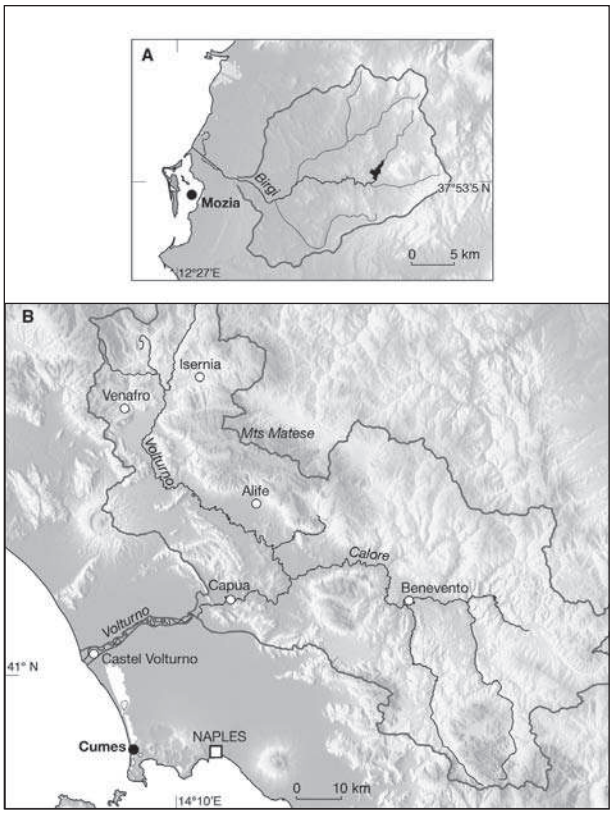

Fig. 5 : Extension des bassins versants des fleuves Birgi (A) et du Volturno (B).
Localisation des ports lagunaires de Mozia et de Cumes.
Fig. 5: Dimensions of the catchments of the Birgi (A) and Volturno (B) rivers. Location of the lagoonal harbours of Mozia and Cumes.

1.2 - LA PROXIMITÉ DE L'EMBOUCHURE FLUVIALE ET LA DYNAMIQUE DU BUDGET SÉDIMENTAIRE

Les lagunes sont des réceptacles de matériels terrigènes provenant des bassins versants en période de crues. Très logiquement, plus la source sédimentaire, représentée par une embouchure fluviale, est proche, plus la vitesse de remblaiement sera élevée et le colmatage de plus en plus marqué dans un contexte de stabilisation relative du niveau marin (Nichols, 1989). De plus, les cours d'eau qui se jettent dans les lagunes créent des courants de décharge vers la mer dont l'effet de chasse contribue, avec le va-et-vient des courants de marée, au maintien des passes. Par exemple, la passe naturelle de la lagune de Ghar El Melh, golfe de Tunis, permettait l'échange avec la mer. Elle a cessé d'être naturellement entretenue après que l'Oued Majerda ait cessé de se jeter dans la lagune (Paskoff, 1985).

On peut opposer un peu schématiquement trois types morphologiques :

– 1) des sites portuaires lagunaires distaux, en périphérie des embouchures fluviales comme Mozia ou Cumes en Italie (fig. 5A et B) ;

– 2) des ports artificiels à proximité immédiate des embouchures fluviales, comme les bassins et les canaux du Portus de Rome qui ont nécessité des aménagements « pharaoniques », en particulier des dragages de fondation et d'entretien extrêmement coûteux dans un contexte de politique impériale et une volonté de maîtrise de

l'environnement (Keay *et al*., 2005 ; Goiran *et al*., 2010 ; Salomon *et al*., 2014) ;

– 3) des lagunes estuariennes, qui sont à la fois sensibles aux aléas marins mais aussi aux aléas d'origine fluviale comme à Ostie (Goiran *et al*., 2014), Carthago-Nova (Conesa & García, 2003 ; Martínez Andreu, 2004 ; Ramallo Asensio, 2011), Portus Ilicitanus à Elche (Fumanal & Ferrer, 1998 ; Blázquez & Usera, 2005), Narbonne (Sanchez *et al*., 2014), ou le long des côtes d'Israël où Raban (1987) a émis l'hypothèse de l'utilisation des milieux laguno-estuariens comme abris côtiers privilégiés pour l'établissement de ports dès l'Âge du Bronze. En Andalousie méditerranéenne, de nombreux ports phénico-puniques correspondent aussi à des embouchures fluviales remblayées, comme à Toscanos (Schulz, 1983 ; Arteaga & Schulz, 1997 ; Senciales González & Malvárez, 2003) et dans de nombreux autres cas (Hoffmann, 1988, 1995 ; Schubart, 1991 ; Lario *et al*., 1995 ; Carmona, 1999).

1.3 - LES DYNAMIQUES MÉTÉO-MARINES ET LES ÉVÉNEMENTS DE HAUTES ÉNERGIES

Les dynamiques météo-marines sont liées à l'agitation de la mer (vague, marée) et aux vents (Fitzgerald, 2013). La marée intervient d'autant plus que les passes sont nombreuses et larges. Les courants de marée qui atteignent leur vitesse maximale dans les passes s'amortissent vers l'intérieur où ils sont canalisés par des chenaux. La marée peut provoquer des échanges d'eaux considérables entre mer et lagunes. Le vent se manifeste diversement. Lorsqu'il souffle vers la terre et que sa vitesse est suffisante, il transporte des sables depuis les cordons littoraux jusque dans les lagunes situées en arrière, contribuant ainsi à leur remblaiement. Dans les régions où les marées sont faibles, comme c'est souvent le cas le long des côtes de Méditerranée, le vent joue un rôle primordial dans l'agitation du plan d'eau et peut limiter la navigabilité. Par exemple, au sein du système lagunaire narbonnais, les vents qui soufflent près de trois cents jours par an induisent le déplacement important de masse d'eau au sein des bassins lagunaires et, en conséquence, la mobilité du rivage. Cette variabilité locale et rapide, à l'échelle de la semaine, de la hauteur du plan d'eau, atteint une amplitude maximale de 1,5 m et induit une « marée » anémométrique qui peut impliquer des aménagements particuliers, nécessaires à l'accessibilité pérenne des bassins et chenaux portuaires.

De nombreux travaux ont montré que les milieux lagunaires, même s'ils sont par définition des environnements naturellement protégés, ne sont pas à l'abri des impacts des événements de haute énergie d'origine marine comme les tempêtes, les seiches, les météo-tsunamis ou les tsunamis.

Les tempêtes ont des effets bien connus. Par exemple, en Languedoc, des recherches récentes ont mis en évidence des structures sédimentaires associées à des événements tempétueux extrêmes, comme le recul des flèches littorales ou l'engraissement de cônes de débordement (*washover fans*). Le lido qui sépare la lagune de la mer peut, en effet, migrer vers l'intérieur à cause de l'érosion. Il peut aussi se morceler par formation de nouveaux graus ou élargissement de passes pré-existantes. Les datations obtenues correspondent principalement à la deuxième partie du Petit Âge Glaciaire (voir bibliographie *in* Dezileau & Castaings, 2014). D'autres phénomènes appelés tsunamis météorologiques, ou météo-tsunamis, peuvent aussi provoquer des vagues de haute énergie. Ils sont causés par des houles localisées engendrées par une perturbation au large des côtes.

Pour les périodes plus anciennes, Sabatier *et al*. (2012) ont mis en évidence, toujours en Languedoc, deux phases caractérisées par des dépôts de tempête vers 850-650 ans av. J.-C. et durant la première moitié du Ier millénaire de notre ère, qui correspondent assez bien aux périodes tempétueuses définies par Sorrel *et al*. (2012) le long des côtes européennes de l'océan Atlantique. En contexte lagunaire, les impacts et les destructions de tempêtes, sauf événement exceptionnel, restent cependant limités par rapport au front de mer. Il n'en reste pas moins que le thème de la tempête cristallise, depuis longtemps, les interrogations angoissées des hommes sur l'au-delà et que la navigation maritime dans l'Antiquité est aussi une histoire de naufrages et de naufrageurs (André & Baslez, 1993 ; Reynier, 2011).

Les seiches se manifestent par des oscillations de la hauteur d'eau, dont l'amplitude et la période varient selon la configuration du bassin. En l'absence de sollicitation extérieure, la pesanteur stabilise la masse d'eau. Dans certains contextes portuaires, ces oscillations correspondent à des résonances de forces excitatrices relativement faibles, d'autant plus aiguës que la passe est réduite. Leur principal inconvénient réside dans des destructions importantes des navires ou l'apparition de surcotes dévastatrices comme dans la lagune de Venise et aux Baléares.

Les impacts des tsunamis, d'origine géologique, fascinent de plus en plus les géoarchéologues, particulièrement depuis la catastrophe de Sumatra de 2005 (voir la bibliographie sur l'événement *in* Lavigne & Paris, 2011) et de Fukushima en 2011 (Marriner *et al*., 2010 ; Morhange *et al*., 2013). Les bassins portuaires sont parfois considérés comme de bons enregistreurs de ces événements (Reinhardt *et al*., 2006 ; Goodman-Tchernov *et al*., 2009 pour le port de Caesarea en Israël ; Hadler *et al*., 2013 pour le port du Lechaion). Sans nier les impacts géomorphologiques et sédimentologiques importants des événements de haute énergie, on ne peut limiter la recherche littorale à une « chasse aux tsunamis » et la géoarchéologie à une quête des paléo-catastrophes, aussi médiatique soit-elle. De plus, les chercheurs n'arrivent pas à trouver un consensus pour définir les caractéristiques bio-sédimentologiques communes aux impacts de haute énergie, du fait de l'extrême variabilité géomorphologique des environnements côtiers et lagunaires. Dans le cas d'Alexandrie, l'impact du tsunami de 365 AD qui d'après la documentation historique a ravagé la ville, se traduirait dans la stratigraphie portuaire par un hiatus sédimentaire (Stanley & Bernasconi, 2006). Pour mémoire, on rappellera le tsunami ayant affecté la lagune

de Lesina en 1627 en Adriatique méridionale bien connu grâce aux sources historiques (Gianfreda *et al*., 2001 ; De Martini *et al*., 2003).

1.4 - LE FORÇAGE D'ORIGINE ANTHROPIQUE

Il est à l'origine de la création de lagunes complètement artificielles par creusement dans le substrat dur comme le bassin de Mahdia en Tunisie (Carayon, 2005 ; fig. 3C), dans les sédiments meubles comme à Carthage (Gifford *et al*., 1992) ou au Lechaion (golfe de Corinthe ; Morhange *et al*., 2012 ; Mourtzas *et al*., 2014) durant l'Âge du Fer, puis de bassins immenses, totalement artificiels, à l'époque romaine, à l'image des ports de Claude et de Trajan à Portus (Keay *et al*., 2005).

L'un des principaux forçages correspond aux dragages systématiques des bassins dès leur fondation, parfois dès le milieu du Ier millénaire avant J.-C. (Marriner & Morhange, 2006a ; Morhange & Marriner, 2010b ; fig. 6). Nous rappelons aussi, pour mémoire, que d'un point de vue paléo-écologique, l'aménagement et la protection des plages de poche de front de mer aboutissent quasi-systématiquement à l'apparition d'un faciès « portuaire », permettant le développement d'assemblages lagunaires euryhalins qui contrastent fortement avec les faciès pré-portuaires (souvent plus sableux et dont la biodiversité est plus élevée) et post-portuaires qui traduisent en général une continentalisation (Marriner & Morhange, 2006b, 2007). Le forçage d'origine anthropique peut également s'exercer à l'échelle du bassin versant et modifier les apports sédimentaires jusqu'au niveau de base. Par exemple, Maselli & Trincardi (2013) ont tenté de mettre en évidence une progradation importante des lobes deltaïques méditerranéens, en relation avec une dégradation des sols et des formations superficielles d'origine anthropique sous l'empire romain.

En prenant en compte les forçages naturels et anthropologiques, nous présentons, à titre d'exemple, cinq types de contexte portuaire lagunaires différents à l'Antiquité, qui illustrent l'immense diversité et mobilité de ces milieux, leurs potentialités mais aussi leurs contraintes, la quasi-totalité des trajectoires géomorphologiques des lagunes aboutissant à leur disparition, soit par remblaiement soit par submersion :

– 1) les bassins lagunaires artificiels, creusés ou sur-creusés que la littérature tardo-antique qualifie de « cothon » (Sextus Pompeius Festus, *De verborum significatu*, III ; Lactantius Placidus, *Glossae*, V, 19, 13) ;

– 2) les ports lagunaires remblayés en contexte deltaïque, avec l'exemple de Cumes, en marge distale du delta du Volturno (Italie méridionale), qui est à l'origine un mouillage protégé mais sera délaissé dès l'époque romaine pour des questions d'accessibilité liée à la présence de barres d'avant côte dangereuses et de colmatage de la lagune de Licola (Stefaniuk *et al*., 2003 ; Stefaniuk & Morhange, 2010). On pourrait aussi citer les ports d'Utique dans le delta de la Majerda (Tunisie), cité antique également abandonnée à la suite des problèmes d'ensablement et d'envasement (Slim *et al*., 2004) ;

Dragages perpendiculaires à un quai fondé au Ier s. apr. J.-C. Fouilles de la Piazza Municipio, Naples, Italie (Dir. D. Giampaola, 2013).

Dépôts de dragages de fondation et d'entretien du port du Lechaion-Corinthe Ouest, Grèce, fondé vers 600 av. J.-C. (cliché C. Morhange, 2012).

Fig. 6 : Photographies des traces de dragages du port romain de Naples et des dépôts de dragage du cothon du Lechaion de Corinthe.
Fig. 6: Photographs of dredging scars in the Roman harbour of Naples and dredging spoils from the cothon of Lechaion at Corinth.

– 3) les ports lagunaires toujours en eau comme le port d'Orgamè en connexion avec le plus vaste système lagunaire du delta du Danube (lagunes de Razelm-Sinoé de plus de 70 000 ha). Ce type s'apparente au cas de Narbonne (Arnal *et al*., 1980 ; Ambert, 2000, 2011 ; Sanchez *et al*., 2014) ;

– 4) les ports à l'embouchure d'un fleuve sur une mer ouverte et où se font sentir à la fois les marées et les crues. De cette rencontre entre eaux salées et eaux douces s'ensuivent une dynamique particulière et des mécanismes sédimentaires spécifiques (Woodroffe & Saito, 2011 ; Dalrymple *et al*., 2012). Nous développons quelques exemples de ports estuariens comme Pise (Italie) ou Valence (Espagne) ;

– 5) les systèmes de lagune mixte, comme la lagune du Maryût, dont le bassin est d'origine structurale à l'ouest et limité à l'est par la progradation fini-holocène du delta du Nil (Flaux *et al*., 2012, 2013).

2 - TYPE 1 : LES BASSINS ARTIFICIELS

Certains auteurs anciens utilisent le terme de cothon pour décrire un bassin artificiel. L'utilisation de ce vocable est cependant très rare dans l'Antiquité et essentiellement associé aux ports puniques de Carthage (bibliographie *in* Carayon, 2008). Les archéologues s'accordent à définir un cothon comme un bassin portuaire artificiellement creusé et débouchant sur la mer libre par l'intermédiaire d'un chenal (Debergh & Lipinski, 1992 ; Frost, 1995). Cette définition a permis d'associer le terme de cothon à plusieurs bassins portuaires antiques qui n'ont pourtant jamais été qualifiés comme tel dans l'Antiquité. On peut opposer, de manière un peu simple, les bassins creusés dans le substrat dur aux bassins dragués le long des côtes meubles.

A Mahdia (fig. 3C), un bassin rectangulaire (130 x 65 m) taillé dans un grès calcaire est relié à la mer par deux chenaux. La vocation portuaire de ces aménagements ne fait aucun doute ; d'ailleurs quelques barques de pêcheurs viennent, aujourd'hui encore, s'amarrer aux quais. La datation de cette structure n'est pas fermement établie. Le creusement du bassin et des chenaux est attribué soit à la période fatimide au xe siècle ap. J.-C. lors de l'aménagement d'un important arsenal (Zaouali, 1999 ; Valérian, 2006), soit sur la base de mesures faites sur des formes de corrosion du substrat carbonaté, aux Carthaginois (Oueslati, 1993).

Dans un complexe de côte meuble longtemps progradante, le vaste ensemble portuaire de Carthage reste assez mal connu (Hurst *et al*., 1985). Il est composé principalement de deux bassins intérieurs sur-creusés dans une lagune naturelle (Gifford *et al*., 1992). Le port rectangulaire « marchand » est long de 400 m et large de 150 m. Sa profondeur dans l'Antiquité a été estimée à 2 m (Hurst & Stager, 1978). Les fouilles de la berge ouest ont mis au jour un quai construit de gros blocs de grès. L'aménagement de ce bassin a été daté de la fin du IVe-IIIe siècle av. J.-C. (Stager, 1992). Le port militaire circulaire, d'une superficie de 7 ha, fut aménagé à la fin du IIe siècle av. J.-C. Il comporte un îlot central de 125 m de diamètre. La totalité des berges aurait accueilli quelque 180 hangars à navires (fig. 7).

Dans la lagune mésotidale de Venise, Ninfo *et al*. (2009) ont décrit la physionomie de la cité romaine d'Altinum, localisée à une dizaine de kilomètres au nord-est de Venise. L'analyse de photographies aériennes révèle de nombreuses structures portuaires et des aménagements très importants. Un réseau artificiel de canaux servait au transport de marchandises jusqu'au port lagunaire. La cité a atteint son apogée au Ier siècle av. J.-C. Le réseau dense de voies d'eau et de bassins permettait le commerce entre la mer Adriatique et l'arrière-pays. En Méditerranée orientale, à Taposiris, 45 km à l'ouest d'Alexandrie, le port lagunaire romain résulte aussi du creusement d'un chenal sur environ 1,7 km de longueur et protégé par une digue (Boussac & El-Amouri, 2010 ; fig. 3D). A Rome enfin, les bassins et les canaux du Portus ont nécessité des dragages de fondation et d'entretien très importants. Ces exemples illustrent combien le maintien du volume et de l'accessibilité à un complexe portuaire constituent les deux potentialités principales à l'origine de sa longévité. Le contrôle de ces deux paramètres, sans doute à cause de coûts extrêmement élevés, explique la rareté de tels aménagements par rapport à l'immense majorité des systèmes portuaires qui ont exploité les potentialités naturelles des lagunes.

Fig. 7 : Vue aérienne des ports antiques de Carthage (vers 1900, collection A. Oueslati).
Fig. 7: Aerial view of the ancient harbours of Carthage (1900, A. Oueslati collection).

3 - TYPE 2 : PORTS LAGUNAIRES REMBLAYÉS EN MARGE DELTAÏQUE

Il s'agit du type le mieux représenté, l'évolution géomorphologique des lagunes aboutissant dans la quasi-totalité des cas au remblaiement à l'époque historique du fait de la stabilisation plurimillénaire du niveau de la mer et de l'importance de la fourniture sédimentaire au niveau de base (Anthony *et al*., 2014). Cumes est un archétype. On aurait aussi pu rappeler les travaux pionniers de Kraft *et al*. (1977) sur les milieux côtiers égéens et parmi d'innombrables exemples, les établissements ou les ports de Lattara (Bagan *et al*., 2010), de Luni dans le delta du fleuve Magra (Fazzini & Maffei, 2000 ; Bini *et al*., 2012), d'Aulis en Béotie (Ghilardi *et al*., 2013), de la plaine de Xanthos en Turquie (Ecochard *et al*., 2009), ou de Tel Akko en Israël (Zviely *et al*., 2006 ; Kaniewski *et al*., 2013). A chaque fois, les analyses paléo-écologiques mettent en évidence des séries sédimentaires régressives qui traduisent le passage d'une lagune de plus en plus confinée qui se transforme progressivement en un marécage dulçaquicole. On est donc passé d'un abri côtier à un « piège » sédimentologique le plus souvent dès la période historique, comme à Cumes.

Le territoire de Cumes, considérée par Strabon comme la doyenne des colonies grecques d'Occident, pose de nombreux problèmes paléogéographiques. Son histoire est relativement bien connue grâce aux sources historiques et archéologiques, mais elles ne fournissent pas de précisions quant à la localisation et l'organisation des ports antiques. Au premier abord, le site de Cumes apparaît attrayant pour des colons grecs en quête de nouveaux terroirs agricoles. Il s'agit d'un relief isolé et assez vaste qui est relativement facile à défendre. En revanche, ses plages sont très exposées aux houles (fig. 8).

La stabilisation du niveau marin depuis ca. 7 000 ans et les apports sédimentaires importants du Volturno, situé à une vingtaine de kilomètres au nord, ont favorisé la mise en place d'un delta lobé progradant. La dérive littorale dominante, de direction nord-sud, prend en charge le matériel sableux qu'elle redistribue le long de la côte, entraînant la mise en place d'un cordon dunaire jusqu'au cap de Procida plus au sud. Des barres d'avant côte opposent des obstacles sous-marins dangereux à la navigation, limitant la pénétration des navires dans la lagune du fait des houles déferlantes liées à la présence de ces hauts fonds.

Le cordon dunaire du Volturno a favorisé la formation de lagunes protégées comme celles de Patria ou de Licola, au pied nord du relief de Cumes, encore navigables pour de petites embarcations jusqu'au milieu du XXe siècle. Ce milieu était donc favorable pour une implantation portuaire, à l'abri des agents météo-marins comme les courants et les houles. La présence d'un chapelet de lagunes peu distantes les unes des autres, entre Rome et Cumes, aurait même permis la création d'un canal de navigation intra-lagunaire si le projet de « Fossa Neronis » avait été porté à son terme.

Mais, dès l'époque hellénistique, le milieu est caractérisé par un début de remblaiement par érosion des versants. La mise en valeur agricole des terres a provoqué une érosion des sols agricoles se déposant dans la lagune. A partir du Ier siècle ap. J.-C., le milieu se continentalise de plus en plus jusqu'à l'époque tardo-antique, alors caractérisée par un environnement saumâtre et une colonne d'eau inférieure à 1 m.

Cumes possédait donc, grâce à la présence de la lagune de Licola au nord de la cité, un abri côtier susceptible d'être utilisé comme port protégé dès l'époque archaïque. Néanmoins ce dernier devait être difficile d'accès *via* un grau mobile. De plus, la présence de barres d'avant côtes à fleur d'eau rendait l'accessibilité au chenal périlleuse. La migration au cours des siècles de ce dernier et les variations de son degré d'ouverture ont dû poser également un problème délicat pour la navigation. Il faut enfin signaler les problèmes liés au remblaiement de plus en plus marqué de la lagune dès le Ier siècle ap. J.-C. qui ont dû entraîner des relocalisations des installations portuaires. Ces caractéristiques expliquent la rapide suprématie des ports installés dans les caldeiras de Pouzzoles, Baia et Misène, à l'abri des influences deltaïques du Volturno. L'importance du port lagunaire de Cumes-Licola ne fit donc que décroître au fil des siècles jusqu'à disparaître,

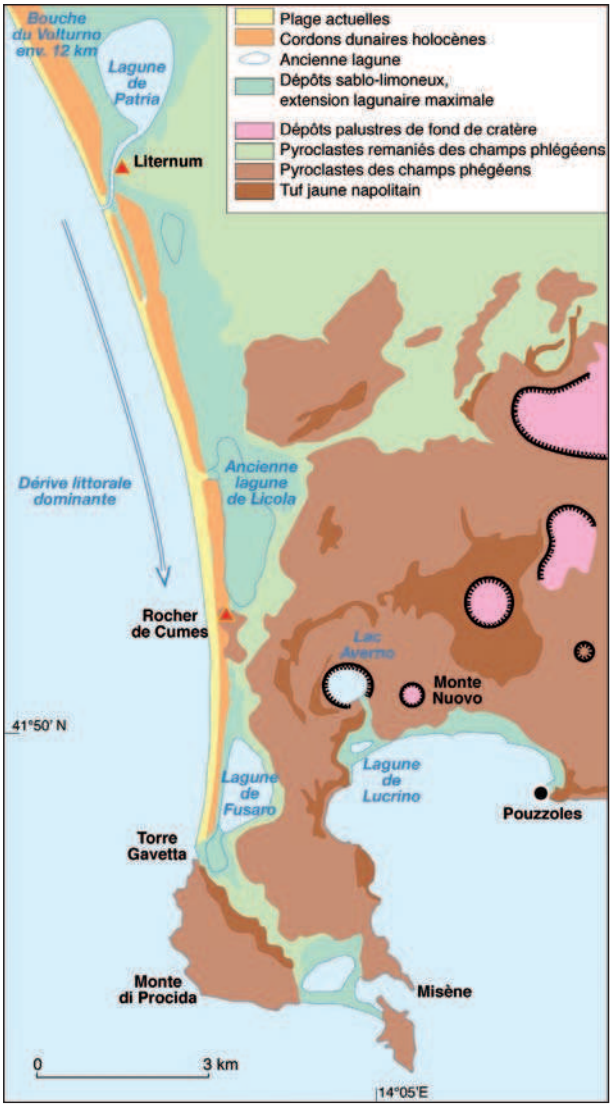

Fig. 8 : Croquis géomorphologique du delta du Volturno et du port lagunaire de Cumes-Licola.
Fig. 8: Geomorphological map of the Volturno delta and the lagoonal harbour of Cumes-Licola.

presqu'entièrement remblayé (Stefaniuk *et al*., 2003). A l'image de Cumes, les lagunes en contexte deltaïque s'apparentent, dans la majorité des cas, à des pièges à sédiments et ne se prêtent donc pas à une fonction portuaire sur la longue durée.

4 - TYPE 3 : LES PORTS LAGUNO-DELTAÏQUES TOUJOURS EN EAU : L'ÉVOLUTION DES ENVIRONNEMENTS DU PORT ANTIQUE D'ORGAMÈ, MARGE SUD DU DANUBE (ROUMANIE)

La cité antique d'Orgamè est localisée sur les rivages de l'actuel complexe lagunaire de Razelm-Sinoé. Cette immense étendue lagunaire, la plus vaste de Mer Noire, a été créée par la progradation du lobe de Saint-George en marge méridionale du delta du Danube (Panin, 2003). L'analyse de carottages sédimentaires prélevés à proximité du site archéologique a permis de retracer le degré de protection du milieu en relation avec les différentes phases d'édification du delta du Danube (Bony *et al*., 2013).

Stratégiquement disposée le long de routes maritimes reliant le monde égéen aux colonies du nord de la Mer Noire, Orgamè constitue l'un des quatre plus anciens établissements grecs de la région pontique. La cité a été fondée vers le milieu du VIIe siècle av. J.-C. sur le littoral septentrional de la Dobroudja, à l'extrémité du cap Dolojman, en face de la passe « Gura Portiţei » fermée artificiellement en 1969 (fig. 9). Comme la plupart des sites

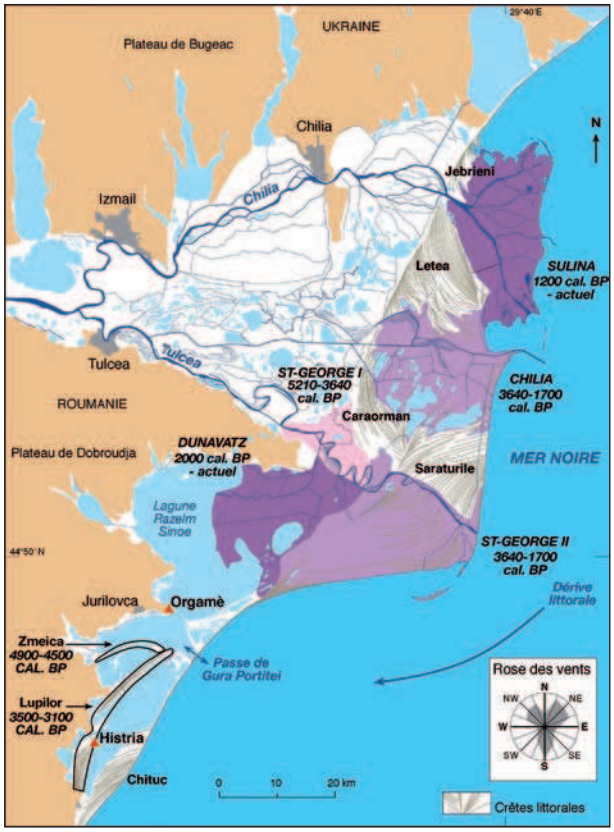

Fig. 9 : Croquis géomorphologique de la marge sud du delta du Danube et du port lagunaire d'Orgamè en Roumanie.
Fig. 9: Geomorphological map of the southern margin of the Danube delta and of the lagoonal harbour of Orgame in Romania.

grecs de la région, Orgamè connaît une première interruption dans son occupation durant la première moitié du IIIe siècle av. J.-C. lors des invasions celtiques. Ce n'est que vers le IIe siècle ap. J.-C. que le port regagne en importance et ceci jusqu'au VIIe siècle.

Comme bien d'autres deltas répartis dans le monde, l'occupation humaine dans le Danube commence à la période néolithique lors du ralentissement de la remontée marine holocène (Stanley & Warne, 1994). Cette stabilisation du niveau marin favorise l'apport de sédiments au niveau de base, entraînant la construction de la plaine deltaïque, l'avancée du trait de côte et l'augmentation des ressources environnementales exploitables par les sociétés (Carozza *et al*., 2012). L'édification du delta du Danube résulte de l'interaction entre les apports sédimentaires du fleuve et la dérive littorale dominante orientée NE/SO. Son évolution se caractérise par plusieurs phases de progradation sédimentaire, visibles par la formation de lobes et de cordons successifs (Giosan *et al*., 2006, 2012).

A Orgamè, les données bio-sédimentologiques décrivent un remblaiement dans un contexte de progradation deltaïque. La transition de la baie marine vers un milieu lagunaire s'est produite vers 2 000 ans av. J.-C. (Bony *et al*., 2013). A partir de cette époque, le milieu s'enrichit particulièrement en particules fines et la macrofaune devient lagunaire. L'ostracofaune évolue vers une population d'ostracodes quasi-monospécifique à *Cyprideis torosa* par suite de la protection du milieu. Giosan *et al*. (2006) datent l'édification de la barrière de Zmeica entre 2 950 et 2 550 ans av. J.-C. Cette flèche littorale, issue du lobe Saint-George I, a entraîné une protection du milieu qui évolue en une lagune mésohaline, protégée à nouveau par la barrière de Lupilor en place depuis 1 500 ans av. J.-C. A partir de 300 ans av. J.-C., les apports danubiens se font encore plus présents, le bras du Dunavatz construisant un lobe endolagunaire et engendrant la transformation progressive du milieu mésohalin en une lagune oligohaline. La transformation des rivages d'Orgamè en zone humide à *Phragmites*, et le remblaiement des rivages antiques sont assez récents puisqu'ils n'interviennent que depuis ca. 1 000 ans.

La métamorphose du littoral d'Orgamè est caractéristique des environnements côtiers en marge distale d'un delta. Elle est induite par la formation de longues flèches littorales à l'origine de la transformation de la paléo-baie en une zone lagunaire. Cette protection naturelle a eu lieu bien avant la fondation de la ville d'Orgamè, constituant un atout majeur à l'installation d'une activité maritime à l'époque antique face à une passe naturelle. L'absence probable de structures de protection portuaire, comme des môles, atteste bien les potentialités naturelles du milieu. L'immensité, la relative profondeur du complexe lagunaire et la permanence de la passe expliquent les qualités nautiques pérennes du port. Ce sont les conditions historiques avec les invasions slaves et protobulgares qui ont entraîné le déclin d'Orgamè durant le VIIe siècle ap. J.-C. L'espace d'accueil lagunaire, bien plus important qu'à Cumes, explique le contraste des qualités nautiques entre les deux sites. Par comparaison, le site d'Histria, positionné en aval-dérive littorale, est à l'ori-

gine de contraintes naturelles beaucoup plus sensibles, comme un ensablement accéléré (Preoteasa *et al*., 2013 ; Vespremeanu-Stroe *et al*., 2013).

5 - TYPE 4 : LES PORTS D'EMBOUCHURE ET LEURS ALÉAS (TYPE 4)

Comme l'écrit Homère au chant V de l'Odyssée, Ulysse trouve refuge, lors d'une tempête à l'embouchure d'une rivière : « … *Lorsqu'il approcha de la bouche d'un fleuve aux belles eaux, ce lieu lui parut convenable, exempt de toute roche et à l'abri du vent* ». Dès la plus haute Antiquité, les estuaires ont probablement semblé des abris côtiers sûrs en cas de tempêtes, mais sur la longue durée, ces environnements se révèlent être beaucoup moins protégés et sujets à de nombreux aléas. En plus des forçages naturels classiques affectant les lagunes comme les événements de haute énergie d'origine marine, les ports estuariens sont soumis à trois problèmes spécifiques.

5.1 - LES CRUES FLUVIALES

Les crues fluviales peuvent être à l'origine de destructions importantes comme à Pise San Rossore. Un des ports antiques se localisait à proximité d'un paléo-méandre de l'Arno et dans un hypothétique chenal du Serchio, à trois kilomètres du trait de côte (Benvenuti *et al*., 2006 ; Sarti *et al*., 2010). Durant la fouille archéologique, seize navires antiques détruits ont été identifiés, traduisant l'impact de nombreuses crues dévastatrices. A Narbonne, la cartographie des crues récentes démontre que les inondations de l'Aude restent en contrebas du promontoire de la cité antique. Elles reprennent étroitement les contours maximaux de la paléo-lagune holocène et ont certainement perturbé les activités portuaires (Ambert, 2000). Les potentialités portuaires du site sont renforcées par la présence du lit mineur de l'Aude, artificiellement chenalisé jusqu'aux lagunes. Les réfections des digues « *sont régulières durant le haut Empire et sont révélatrices des difficultés à maintenir le cours d'eau dans son lit. La rive gauche est surélevée durant l'Antiquité tardive, avec l'apport de très nombreux blocs et d'une épave de la fin du* IVe *siècle ou du début du* Ve *siècle de notre ère. Cette barque fluviale contenant encore une partie de sa cargaison témoigne de la destruction, ou du moins de l'arrachage des états antérieurs, et d'une réparation dans l'urgence. On peut donc affirmer que la digue s'est rompue et qu'un événement brutal (et/ou catastrophique) a mis à mal, au même moment, un bateau réutilisé pour colmater une zone de brèche et rehausser la digue* » (Sanchez *et al*., 2014). Par comparaison, à Bordeaux, plusieurs inondations interviennent dans le dernier tiers du Ier siècle av. J.-C. Elles déposent en 30 ou 40 ans près de 0,6 m de limons et surélèvent les niveaux de circulation sur les berges (Gerber, 2005).

Sur la côte du Levant espagnol, les ports successifs de Valence sur les berges du fleuve Turia traduisent depuis 2 000 ans une histoire alluvionnaire complexe et des inondations souvent catastrophiques. Au cours du Moyen Âge, le Turia était encore navigable. Les crues ainsi que les prélèvements d'eau pour l'irrigation agricole ont provoqué un changement irréversible du lit mineur qui s'est progressivement remblayé de sédiments, sous la forme de nombreuses barres de sédiments grossiers. La sédimentation fluviale a également contribué à la progradation du delta et l'accrétion sédimentaire de la plaine inondable (Ruiz & Carmona, 1999 ; Carmona & Ruiz, 2003, 2011).

Pour le Pô et le Tibre, Camuffo & Enzi (1996) ont clairement montré le rôle du climat dans la chronologie de la fréquence et de l'intensité des crues à l'échelle saisonnière sur la longue durée, tout en insistant sur l'importance de la période du Petit Âge Glaciaire, comme le précisent les travaux de Pichard & Roucaute (2014) sur les crues du Rhône ou les comparaisons à l'échelle de l'Europe (Glaser *et al*., 2010 ; fig. 10 et 11). Ces travaux débouchent sur des réflexions intéressantes posant la question des impacts des paléo-inondations dans l'organisation des ports et des tissus urbains antiques, surtout traité dans des contextes plus fluviaux qu'estuariens, mais les risques sont comparables (Allinne, 2007 ; Arnaud-Fassetta *et al*., 2010 ; Leveau, 2012 ; Ruiz *et al*., 2014).

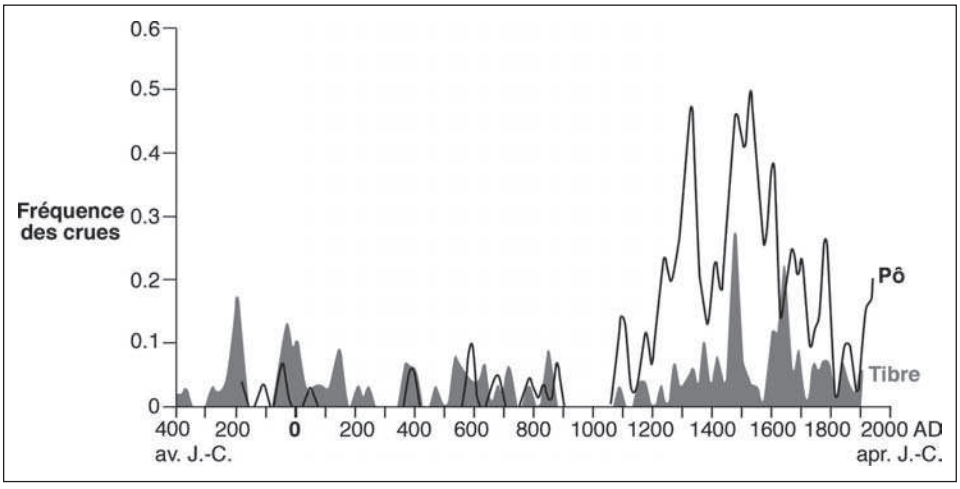

Fig. 10 : Crues du Pô et du Tibre durant les derniers 2 000 ans (d'après Camuffo & Enzi, 1996).
Fig. 10: Floods of the Po and Tiber rivers during the last 2,000 years (adapted from Camuffo & Enzi, 1996).

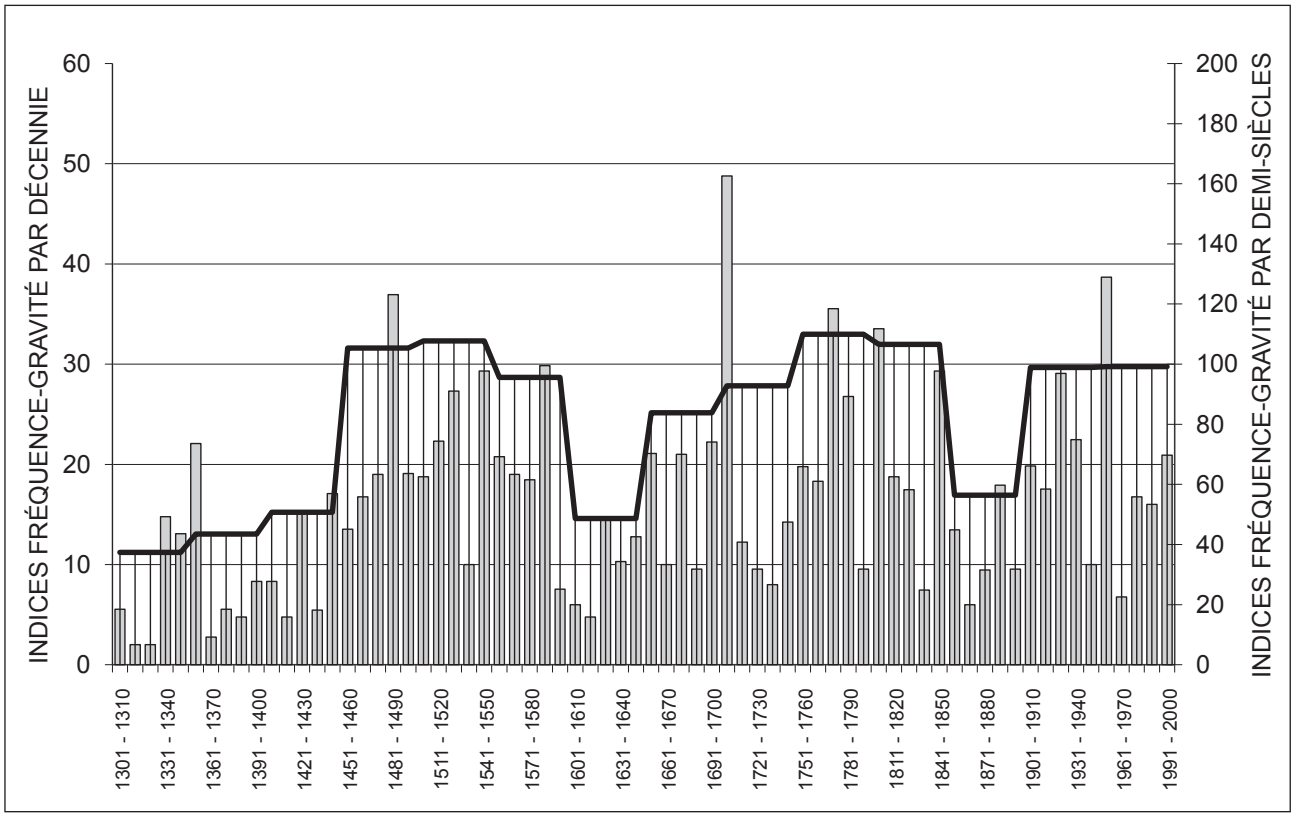

Fig. 11 : Indices de fréquence-gravité décennaux et somme par demi-siècle (courbe noire) des crues sur le bas Rhône, du XIVe au XXe siècle.
Source : base HISTRHONE (Pichard & Roucaute, 2014).
Fig. 11: Decadal frequency index and 50-year sum (clack curve) of floods in the lower Rhone valley, between the XIVth and XXth centuries. Source: HIST-RHONE database (Pichard & Roucaute, 2014).

5.2 - LA PROGRADATION D'ORIGINE TERRIGÈNE ET L'OBTURATION LATÉRALE DES ESTUAIRES PAR UNE FLÈCHE LITTORALE

De très nombreux ports estuariens comme les tells de Wadi Gaza (Morhange *et al*., 2005), de Troie (Kraft *et al*., 1980, 2003), les calanques portuaires de Malte (Gambin, 2004), les ports d'Ionie (Brückner *et al*., 2002, 2005, 2006 ; Kraft *et al*., 2007 ; Stock *et al*., 2013, 2014) dans un contexte géomorphologique de profondes rias holocènes longues de plusieurs dizaines de kilomètres (Kazancı *et al*., 2009), ont fait l'objet de publications détaillées. En Languedoc, Sabatier *et al*. (2010) ont interprété le déclin démographique et économique du port de Lattara au IIe siècle ap. J.-C. en relation avec trois processus géomorphologiques : (a) la progradation des lobes deltaïques endolagunaires de la Mosson et du Lez qui traduisent une hyper-sédimentation liée à une mauvaise gestion des sols en amont des bassins-versants ; (b) le remblaiement progressif du plan d'eau lagunaire avec une colonne d'eau initiale de l'ordre de 2 m de profondeur de plus en plus réduite au fur et à mesure du temps ; (c) la création d'une flèche littorale sableuse qui déconnecte le port de l'espace maritime. Ces dynamiques ont limité la navigabilité de la lagune de Palavas et l'accessibilité au port. Ce cas est similaire au port estuarien de Lixus, localisé durant l'Âge du Fer dans une profonde lagune estuarienne d'environ 3 m de profondeur et à l'abri des tempêtes. La progradation du delta intérieur du fleuve Loukkos a abouti à une continentalisation rapide du milieu et à un déclin des activités portuaires dès le VIe siècle ap. J.-C., puis à la création au Moyen Âge du port de Larache sur la côte atlantique (fig. 12 ; Carmona & Ruiz, 2009). En Italie, les cas de Portus Pisanus (Toscane) et de Ravenne constituent des archétypes de la question de la permanence d'un port dans un contexte d'alluvionnement important.

La question de la localisation de Portus Pisanus est devenue importante dans la compréhension de la dynamique du complexe deltaïque de l'Arno-Serchio-Calambrone depuis 3 000 ans. Le domaine étudié se situe au nord de Livourne (fig. 13). La progradation des lignes de rivage des deltas du Serchio, de l'Arno et du Calambrone est de mieux en mieux précisée (Sarti *et al*., 2010 ; Rossi *et al*., 2011 et 2012). A l'échelle du XXe siècle, l'analyse diachronique de photographies aériennes montre l'existence d'une série d'anciens lits fluviaux, d'orientation nord-sud, qui traduisent une mobilité importante des embouchures à différentes échelles de temps et d'espace (Bini *et al*., 2008). Depuis le XVIe siècle, les cartes montrent aussi que la plaine de Pise présentait un milieu marécageux isolé du trait de côte par de nombreux cordons dunaires. Ces cordons dessinent un delta lobé interrompu par les embouchures fluviatiles (Mazzanti, 2000-2001).

Vers 1 400 ans av. J.-C., et pendant plus de 2 000 ans, Portus Pisanus est caractérisé par une lagune protégée en communication avec le domaine marin. Cet environnement a donc pu servir d'abri côtier naturel durant les périodes étrusque puis romaine. A San Stefano Ai Lupi,

Fig. 12 : Carte ancienne de Larache (Maroc) par J.-B. Antonelli (1616) (Archives Simancas, Valladolid, Espagne, d'après Carmona & Ruiz, 2009) et image Google.
Fig. 12: Ancient map of Larache and its environs (Morocco) by J.-B. Antonelli (1616) (Simancas Archives, Valladolid, Spain, from Carmona & Ruiz, 2009) and Google image.

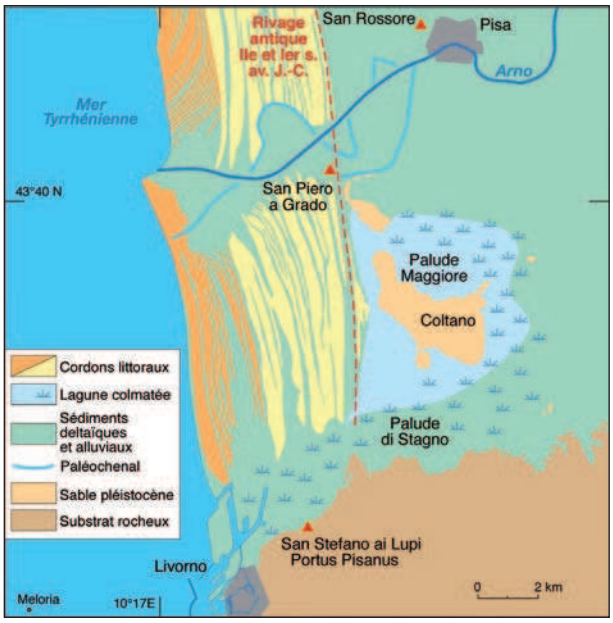

Fig. 13 : Contexte géomorphologique de Pise et de Portus Pisanus (Italie).
A/ Croquis géomorphologique de la plaine de Pise. B/ Localisation de Portus Pisanus (fouilles archéologiques de M. Pasquinucci).
Fig. 13: Geomorphological context of Pisa and Portus Pisanus (Italy). A/ Geomorphological map of the plain of Pisa. B/ Location of Portus Pisanus (archaeological excavations headed by S. Ducci, S. Genovesi & M. Pasquinucci).

ont été fouillés des édifices commerciaux attribués à des *horreas* de l'époque impériale. L'accentuation de la fermeture du milieu est datée entre 500 et 900 ans ap. J.-C. L'accessibilité au plan d'eau devient alors de plus en plus difficile, en relation avec l'accrétion des flèches littorales qui bloquent la passe-embouchure du Calambrone. Le port actuel de Livourne, fondé au Moyen Âge, traduit bien les contraintes du milieu qui forcent les hommes à abandonner progressivement les côtes meubles pour s'installer en périphérie sur des côtes rocheuses moins mobiles et beaucoup plus ouvertes vers le large (Pasquinucci & Rossetti, 1988 ; Pasquinucci & Menchelli, 2012). On assiste en effet à une métamorphose des environnements littoraux puisqu'en 3 000 ans, on est passé d'une lagune protégée mais en communication avec la mer, qui a pu servir d'avant-port naturel durant toute l'Antiquité, à une lagune de plus en plus confinée après l'époque romaine et enfin à un milieu estuarien d'eau douce de plus en plus remblayé. Le secteur de San Stefano Ai Lupi a donc été caractérisé, à partir de 1 700 ans av. J.-C. et au moins jusqu'au milieu du Ier millénaire ap. J.-C. par un environnement lagunaire particulièrement attractif : à la fois suffisamment protégé et en même temps accessible pour les navires antiques.

La recherche des ports de Ravenne et de Classe, malgré un nombre impressionnant de publications, est restée assez embryonnaire (Reddé, 1986; Manzelli, 2000; Augenti, 2011; Boschi, 2012; Cirelli, 2013). Les alluvions des fleuves ont provoqué la formation de cordons littoraux successifs protégeant des lagunes depuis ca. 7000 ans. Le littoral s'apparente à une succession de lignes de rivage régularisées et marquées par une série de cordons dunaires orientés en bandes sub-parallèles, dans lesquels les bras du Pô ont ouvert des brèches. Dans la lagune de Ravenne, située en arrière, n'étaient émergées que des formations sédimentaires plus anciennes et les berges fluviales le long desquelles se situaient les voies de communications terrestres et l'habitat, tandis que l'on naviguait sur les lagunes à l'abri de la haute mer (Chevallier, 1963). Vers le début de notre ère, toute la lagune ravennate était probablement navigable en profitant des mouvements de la marée (de nos jours, marée maximale de l'ordre de 1,2 ± 0,3 m) pour des entrées et sorties alternatives comme en témoigne Procope de Césarée au VIe siècle ap. J.-C. dans *Histoire de la guerre contre les Goths* (Livre I, chap. 1). «*En ce lieu, un phénomène étonnant a lieu chaque jour. Au petit matin la mer prend la forme d'un fleuve et remonte la terre sur une distance équivalente à une journée de route d'un voyageur alerte et devient navigable jusqu'au milieu des terres, puis effaçant le cours d'eau, elle retourne le soir en inversant le courant.*»

Depuis 2000 ans, il s'est donc formé une série de cordons dunaires successifs qui ont enclavé les ports romains et byzantins de Ravenne et de Classe, d'où la grande difficulté de localiser et de fouiller les différents bassins antiques, l'alluvionnement ayant été particulièrement important. La lecture des cartes topographiques et archéologiques montre clairement qu'un des problèmes majeurs d'aménagement demeurait la stabilisation des graus chenalisés artificiellement dès l'époque romaine (fig. 14).

5.3 - LE RECUL DU TRAIT DE CÔTE ET LA SUBSIDENCE DU FRONT DELTAÏQUE

Ces deux processus sont étroitement liés car la montée relative du niveau de la mer, quelles qu'en soient ses causes, aboutit à une translation de l'étage médiolittoral vers la terre et à un recul rapide des rivages meubles par érosion des vagues.

L'embouchure de la branche canopique du Nil a fait l'objet de nombreux travaux difficiles d'interprétation. Depuis les recherches de Toussoun (1934), des prospections sous-marines archéologiques et géomorphologiques ont permis la cartographie du port antique d'Heraklion-Thonis (Goddio, 2007). Les structures portuaires et les surfaces de circulation se positionnent vers 6 m de profondeur sous le niveau marin actuel. Stanley *et al.* (2004, 2007) ont tenté d'expliquer cette profondeur importante par la notion de «*sedimentary failure*» qui recouvre différents forçages non quantifiés comme les impacts des tremblements de terre, des tsunamis, ou des crues exceptionnelles du Nil. Ces processus se sont surimposés à la subsidence chronique des cortèges sédimentaires deltaïques affectés par la compaction des sédiments. Enfin, le tarissement de la branche Canopique a induit l'érosion de son embouchure.

De manière comparable, le recul du trait de côte d'origine tectonique caractérise l'évolution du port romain de Torre la Sal (Castellón, Espagne). La montée relative du niveau de la mer est à l'origine de la submersion du port par 1,5 m de profondeur depuis la fin de l'Antiquité (Ruiz & Carmona, 2009).

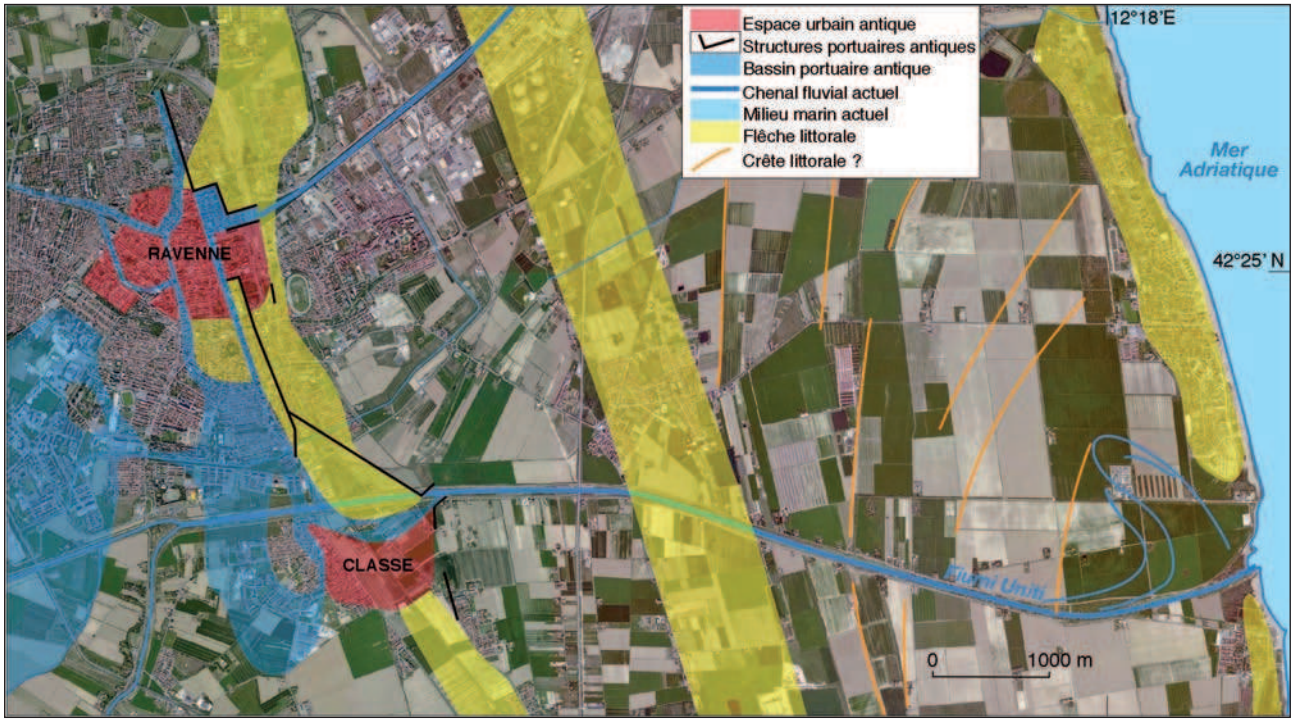

Fig. 14 : Carte archéologique simplifiée des ports antiques de Ravenne et de Classe d'après Manzelli (2000).
Fig. 14: Simplified archaeological map of the harbours of Ravenna and Classe after Manzelli (2000).

L'avant-port d'Arles, à l'embouchure de l'ancien bras du Rhône de Saint-Ferréol (Arnaud-Fassetta & Provansal, 2014), semble aussi avoir connu le même sort, avec la présence de dépotoirs et d'accumulation de blocs calcaires gisant de nos jours par 8 à 9 m de fond. Ces blocs sont interprétés comme de possibles bases de poteau pour des constructions portuaires, de type hangar à bateaux ou magasin de stockage. Cet avant-port, daté vers le Ier siècle ap. J.-C., se localisait sur un lobe deltaïque protégeant une rade de mouillage lagunaire (Long, 2009).

En conclusion, on insistera sur le fait que la majorité des ports d'embouchure ont disparu sous les sédiments plus que sous les eaux, comme celui d'Al Mina sur l'Oronte (Pamir 2006 ; Öner, 2008). En Israël, Tell Abou Hawam semble cristalliser un maximum de problèmes environnementaux à proximité de l'embouchure du puissant fleuve Kishon et du Wadi Selman, à proximité de la faille active du Mont Carmel. Il s'agit d'une île artificielle égypto-cananéenne qui traduit bien les capacités précoces des sociétés à remodeler le paysage littoral il y a plus de trois millénaires (Balensi, 2000 ; Aznar *et al*., 2005).

6 - SYSTÈME DE LAGUNE MIXTE. GÉOARCHEOLOGIE PORTUAIRE DU LAC MARÉOTIS (ÉGYPTE) ET DU GOLFE DE BOU GRARA, TUNISIE (TYPE 5)

Le lac Maryût, actuel Maréotis de l'Antiquité, baigne la façade lacustre d'Alexandrie à la marge occidentale du delta du Nil (fig. 4). Il est caractérisé par la présence de nombreuses structures portuaires diversifiées. A Taposiris, le port romain paraît associé à des activités douanières. Il présente une entrée et une sortie en entonnoir connectées par un chenal de 1,7 km de long (Boussac, 2009 ; Boussac & El-Amouri, 2010 ; Tronchère *et al*., 2012-2013 ; fig. 3D). A Maréa-Philoxénité, le port est au contraire très ouvert. Il est constitué d'un quai de plus de 2 km de long, divisé en bassins par plusieurs môles perpendiculaires au rivage. La vocation de cette zone d'accostage, active entre le Ve et le VIIe siècle ap. J.-C., est double : accueil de pèlerins en route pour le monastère copte de Saint-Ménas et embarquement des productions agricoles et artisanales de la région. La longueur des môles permet également d'assurer l'accostage malgré les oscillations saisonnières du plan d'eau en relation avec la crue du Nil. Dans le même sens, le littoral rocheux a été taillé sous la forme de deux terrasses étagées par un front d'une hauteur d'environ 1,5 m (Flaux & Pichot, 2014).

A côté de ces deux complexes portuaires, les prospections menées par une équipe anglo-égyptienne ont mis en évidence de nombreuses jetées, ainsi qu'un port construit entre Taposiris et Maréa-Philoxénité (Blue *et al*., 2011). Ces jetées sont principalement associées à des sites artisanaux ou agricoles (Rodziewicz, 2011). Les ateliers d'amphores, les pressoirs à vin et les aménagements portuaires sont en étroite relation et traduisent le dynamisme des activités vinicoles, qui alimentaient alors Alexandrie.

Ainsi, l'archéologie redécouvre l'intense activité de transport de marchandises qui s'opéraient sur le lac Maréotis et plus particulièrement son bras nord-ouest. Khalil (2010a,b) a comparé l'apparente dissymétrie des installations portuaires entre le bras nord-ouest et le bassin sud-est sous l'angle de la navigabilité qui est un reflet des potentialités géomorphologiques des milieux. Le bassin sud-oriental est parallèle aux vents dominants qui soufflent du nord-ouest et le bateau qui se dirige vers Alexandrie, se trouve régulièrement face au vent. De plus, les bras secondaires du Nil qui s'y jettent apportent une charge sédimentaire très importante. Celle-ci se dépose dans un bassin de faible profondeur dont la pente réduite induit une grande sensibilité spatiale à la crue annuelle du Nil. Les rivages et les hauts fonds sont donc très mobiles. Enfin, la surface du bassin méridional est très importante et parsemée d'îlots. C'est un milieu marécageux difficile à contrôler. En revanche, le bras nord-ouest est perpendiculaire aux vents dominants. Il présente des façades rocheuses qui concentrent la majorité des vestiges portuaires identifiés, et son étroitesse est plus simple à contrôler, car il s'apparente à un canal navigable. Le système fluvio-lacustre du Maryût se décompose ainsi en deux espaces géographiques et commerciaux, dont le port lacustre d'Alexandrie (le Portus Mareoticus) est le carrefour.

Le lac Maréotis constitue une voie navigable pendant toute la période gréco-romaine. A partir de la conquête arabe, le déplacement du pouvoir politique d'Alexandrie à Fustât près du Caire, l'importance des routes continentales du pèlerinage à La Mecque et le déclin progressif des voies fluviales, constituent des changements lents qui vont modifier profondément la géographie des axes de circulation (Décobert, 2002). Les rivages du Maréotis seront peu à peu désertés et l'archéologie ne trouve plus que de rares traces d'occupation à partir du VIIIe siècle ap. J.-C. De plus, la séquence sédimentaire du Maryût a enregistré une phase de forte rétraction du lac, alors déconnecté du Nil et de la mer Méditerranée, à partir du IXe siècle ap. J.-C. (Flaux *et al*., 2012). Une éventuelle relation causale entre la désertion des rivages et la rétraction du lac n'est pas clairement établie. De nos jours, le lac Maryût, réserve d'espace périurbain de la métropole alexandrine, ne représente plus que *ca.* 15 % de sa surface dans l'Antiquité.

Par comparaison, le golfe de Bou Grara dans le Sud tunisien (ca. 450 km^2) présente deux unités géomorphologiques littorales bien individualisées (fig. 15) : (1) les falaises vives qui atteignent parfois une hauteur de 10 m et que l'on peut suivre principalement le long des façades occidentale et orientale ; (2) les côtes meubles qui se développent au niveau des cônes de déjection des oueds dans la zone méridionale. Cette petite mer intérieure, séparée de la Méditerranée par l'île de Jerba, est un plan d'eau relativement protégé des houles du large qui baigne les ports romains de Gigthi et de Ras Segala. Avec une surface d'environ 430 km^2, une profondeur moyenne de 5 m et des marées de vives eaux de l'ordre d'1 m, la lagune présente des conditions *a priori* favorables à la navigation.

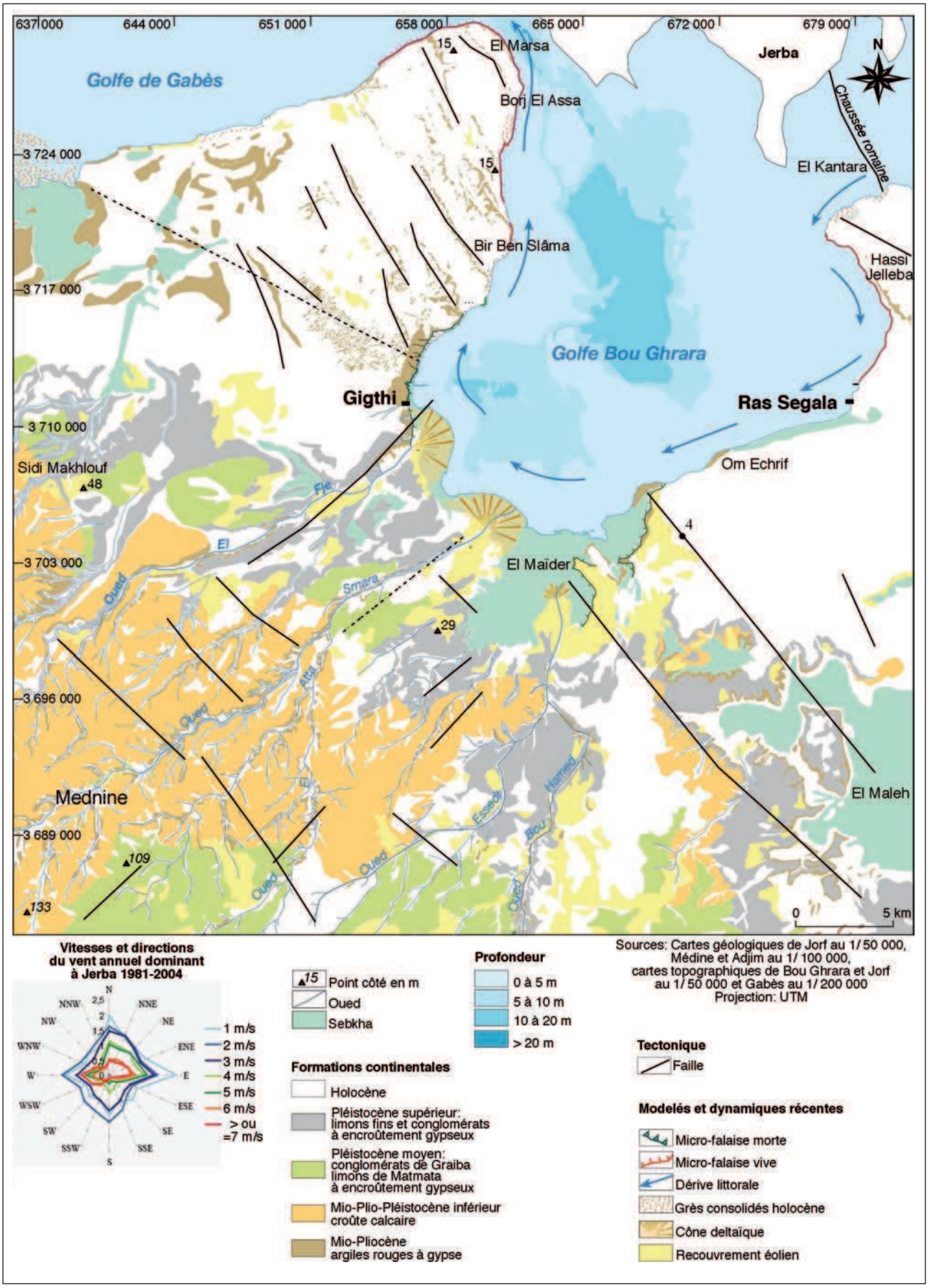

Fig. 15 : Croquis géomorphologique de la Bou Grara (Petites Syrtes, Tunisie méridionale).
Fig. 15: Geomorphological map of Bou Grara (Petites Syrtes, Tunisia).

La localisation actuelle du port antique de Gigthi, à proximité d'un oued important incite cependant à poser des questions concernant le choix initial d'implantation (Oueslati *et al*., 1987 ; Paskoff & Trousset, 1991 ; Slim *et al*., 2004). L'étude bio-sédimentologique de carottages permet de caractériser deux périodes morphogéniques principales. Une première période est caractérisée par la présence d'un milieu laguno-marin, identique à la lagune de Bou Grara actuelle, vers 250 av. J.-C. Postérieurement à l'époque romaine, un milieu lagunaire de plus en plus protégé se développe. Cette évolution peut être mise en relation avec des apports sédimentaires plus importants des oueds au niveau de base. Ces apports terrigènes expliquent partiellement deux éléments importants : (1) la longueur des jetées, de l'ordre de 150 m, qui traduit la faiblesse de la hauteur de la colonne d'eau dès l'époque romaine afin de permettre l'accostage des navires, comme à Ras Segala (fig. 3E) ; (2) le déclin de l'activité du port de Gigthi aux VIe et VIIe siècle ap. J.-C., qui a souffert d'une hyper-sédimentation.

La progradation du rivage dans les environs des ports romains de Gigthi et de Ras Segala résulte donc des impacts des dynamiques hydro-sédimentaires à proximité des embouchures des oueds, sous la forme de cônes d'épandage coalescents. A Gigthi, on passe de côtes rocheuses vives battues par un plan d'eau laguno-marin à l'époque romaine à un cône deltaïque progradant qui a posé des problèmes de remblaiement accéléré pour l'accessibilité aux bassins portuaires.

7 - CONCLUSION

Nous pourrions aussi rajouter un dernier type de lagune portuaire « inventée » comme, par exemple, le marais de Malia (Crête) supposé abriter un port minoen. La présence d'une dépression littorale a en effet intrigué les archéologues qui ont parfois rapidement formulé l'hypothèse de la présence d'un port antique au sein du marais (Raban, 1991). Les travaux de Lespez *et al*. (2003) ont montré que le marais de Malia a connu l'évolution caractéristique d'un milieu continental d'eau douce. Jamais, un écosystème lagunaire ne s'est mis en place. Ces analyses permettent donc d'exclure la présence d'un port lagunaire au pied de Malia. Il en est de même à Fréjus (Var), où une étude des bio-faciès a permis de démontrer que le port romain de Fréjus a été fondé dans un fond de golfe marin et pas dans une lagune comme il était généralement admis (Bony *et al*, 2011 ; Bertoncello *et al*., 2011).

Cette typologie préliminaire permet d'insister sur l'importance du contexte géomorphologique, en particulier sur le rôle majeur du volume d'accueil lagunaire à remblayer et sur le rôle des apports sédimentaires sur le moyen à long terme. Dans le cas d'Orgamè, ce volume est particulièrement important et plus de deux millénaires après la fondation de la ville, le site reste encore largement en eau, comme en témoigne de nos jours le port fonctionnel de Jurilovca à proximité du site antique. A plus grande échelle, le chapelet lagunaire beaucoup plus modeste de Cumes-Licola a été remblayé rapidement puis bonifié au XXe siècle. Les lagunes fonctionnent donc comme des pièges à sédiments au niveau de base, ce qui aboutit à la migration inévitable des ports en direction du front de mer et de côtes rocheuses périphériques. En atteste, par exemple, le déclin du site de Palaio-Kition, à Hala Sultan Teke (Chypre), au XIIe siècle av. J.-C., à mettre en relation avec l'obturation du lac salé de Larnaca et la fondation quasi-contemporaine de Kition vers le XIIIe siècle av. J.-C. puis la création d'un bassin portuaire militaire au VIe siècle av. J.-C. à Bamboula dans une lagune située plus à l'aval dérive (Morhange *et al*., 2000). Son confinement ultérieur et sa continentalisation progressive aboutissent enfin à la relocalisation d'un port commercial en front de mer dans le quartier de Scala, probablement actif dès la période paléochrétienne, fortifié à la période byzantine vers le XIIe siècle ap. J.-C., et très dynamique durant l'occupation ottomane.

Au final, la proximité d'une embouchure fluviale, les apports sédimentaires au niveau de base, la direction et l'intensité de la dérive littorale dominante et le volume réduit de l'espace d'accueil lagunaire à remblayer sont les principales contraintes naturelles sur la maintenance d'une activité portuaire à long terme. De plus, on insiste sur le faible rôle joué par la montée relative du niveau marin depuis 7 000 ans dans la majorité des cas, sauf pour les séries sédimentaires épaisses des grands deltas qui ont pu se compacter, comme par exemple le secteur de Ravenne (Brunetti *et al*., 1998) ou la lagune de Grado qui est postérieure au Ve siècle ap. J.-C. qui a été affectée par une subsidence importante (Marocco *et al*., 1984 ; Brambati, 1985 ; Marocco, 1991 ; Arnaud-Fassetta *et al*., 2003 ; Carre *et al*., 2003 ; Marocco, 2009).

La nature fut souvent plus forte que la volonté humaine, à l'image du port d'Aigues Mortes en Petite Camargue fondé au XIIIe siècle ap. J.-C. qui a, dès sa création, posé des problèmes d'ensablement. Pour résumer, trois principaux problèmes géoarchéologiques affectent les environnements des ports lagunaires :

– l'accessibilité au plan d'eau *via* les passes. Le principal problème concerne les lagunes semi-fermées qui témoignent de la force des apports sédimentaires au niveau de base et du rôle de la dérive littorale qui tendent à remblayer les passes qui se maintiennent alors difficilement. On aboutit assez rapidement à une obturation qui accélère le remblaiement de la dépression lagunaire ;

– la navigabilité. Si on note l'absence de houle importante au sein des plans d'eau lagunaire, on oublie souvent le rôle des courants de vent, qui sont d'autant plus importants que la colonne d'eau est réduite. On note ainsi certaines spécificités archéologiques comme la quasi-absence de structures de protection du type jetée ou môle enveloppant, le plan d'eau étant naturellement calme (sauf le cas du brise lames romain de Mandirac dans l'immense lagune de Narbonne dans un contexte spécifique de chenalisation d'embouchure) ;

– la mobilité saisonnière du plan d'eau et les variations latérales des rivages. Cette variation saisonnière du plan

d'eau était d'ordre métrique pour le Maryût (Egypte) ou la mer de Galilée (Israël).

Par comparaison, dans le contexte océanique et méso-tidal du Portugal, certains environnements lagunaires présentent un écho aux cas présentés pour la Méditerranée. Ce territoire a, en effet, depuis longtemps offert des ressources naturelles (minerais, sel, salaisons) compatibles avec les intérêts commerciaux des navigateurs venus surtout de Méditerranée. Les preuves archéologiques de ces contacts préclassiques sont associées à la majorité des créations urbaines du littoral portugais actuel (Blot, 2003). Sur la côte de l'Algarve, on trouve, par exemple, les ports antiques lagunaires de Balsa à l'embouchure de la Ria Formosa et d'Ossonoba (Faro). L'archéologie urbaine a permis de reconnaître leur origine phénico-punique (Blot, 2003), comme dans le cas d'Ipses à Alvor (Gamito, 1997).

Si la côte de l'Algarve fournit de nombreux témoignages archéologiques de ports en milieu lagunaire, des environnements comparables se retrouvent sur la côte occidentale du Portugal. Cependant, l'accès aux ports lagunaires était souvent rendu difficile du fait de la grande mobilité des barres et flèches littorales (Dinis *et al*., 2006). La découverte de la ville portuaire romaine d'Eburobrittium sur la rive orientale de la paléo-lagune d'Óbidos, au nord de l'actuelle péninsule de Peniche (Moreira, 2002) a été particulièrement importante dans la mesure où cette implantation urbaine correspond au croisement d'un itinéraire terrestre majeur de l'époque romaine qui reliait un ensemble de voies à l'espace océanique correspondant à des routes maritimes liant les ports du sud de l'empire romain avec ceux du nord (Mantas, 1996).

On insistera donc sur l'importance des dynamiques hydro-sédimentaires, comme dans le cas de la formation récente de la lagune d'Aveiro au cours du Xe siècle ap. J.-C. à partir de la remobilisation des sédiments du delta du Vouga, à l'origine de flèches littorales mobiles. Avant la stabilisation artificielle de la flèche d'Aveiro au début du XXe siècle, la survie des populations était souvent mise en danger par l'occlusion de la passe suite à des tempêtes, fermant le port à toute navigation et entraînant des épidémies causées par la stagnation des eaux de la lagune. Les lagunes d'Albufeira (côte sud-ouest du Portugal), de Santo André et de Melides (Alentejo) constituent d'autres exemples où la dynamique océanique et le remblaiement sédimentaire accéléré ont condamné des ports qui fonctionnaient de façon trop irrégulière, au rythme des fermetures et des ouvertures des passes des flèches littorales. Ces quelques exemples océaniques de plus haute énergie, illustrent bien l'importance et la rapidité des dynamiques littorales hydro-sédimentaires.

Afin de se protéger des interfaces marines trop exposées, les sociétés antiques se sont souvent fourvoyées sur la « longue durée » en sélectionnant les milieux lagunaires comme lieu d'implantation portuaire privilégié, des espaces naturellement protégés mais rapidement remblayés et de plus en plus difficiles d'accès. Il nous faut finalement insister sur la nécessité dans le futur (1) de quantifier les différents paléo-processus hydro-sédimentaires ; (2) d'intensifier les relations de recherches croisées avec les sciences sociales et historiques et développer une réflexion sur la question de la perception des sociétés anciennes de la mobilité de leurs environnements et des paléo-risques associés (par exemple, Leveau *et al*., 1999 ; Fouache, 2003 ; Marriner & Morhange, 2007 ; Ghilardi *et al*., 2009 ; Walsh, 2014).

REMERCIEMENTS

Cet article est dédié à la mémoire de notre collègue et amie Maria Luisa Blot (1946-2014), archéologue de la mer. Les auteurs tiennent à remercier les programmes IUF, ANR PALEOMED, GEOMAR et Pont-Euxin, le Centre Jean Bérard (Naples), le laboratoire HISOMA (MOM, Lyon), le Cealex (Alexandrie), l'INP (Tunis) et les projets de coopération MISTRALS-PALEOMEX-ENVIMED GEOISRAEL, A*MIDEX GEOMED, PHC Utique et France Campus Imhotep. Cet article est une contribution au laboratoire d'excellence LABEX OT-Med. C. Morhange remercie chaleureusement J. Balensi (CNRS-MOM) pour ses conseils, P. Pentsch (AMU) pour la réalisation des figures, G. Arnaud-Fassetta, S. Suanez, N. Limondin-Lozouet et les membres du comité de lecture de la revue pour une relecture précise et constructive du manuscrit. Les auteurs remercient également D. Mouralis et O. Moine pour le secrétariat d'édition ainsi que M-T. Morzadec pour la relecture attentive des épreuves.

C. Morhange remercie le programme A*MIDEX (ANR-11-IDEX-0001-02) financé par les « Investissements d'Avenir ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLINNE C., 2007 - Les villes romaines face aux inondations. La place des données archéologiques dans l'étude des risques fluviaux. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, **2007** (1), 67-84.

AMBERT P., 2000 - Narbonne antique et ses ports, géomorphologie et archéologie, certitudes et hypothèses. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, **33**, 295-307.

AMBERT P., 2011 - Potentiel et contraintes du cadre géologique de Narbonne pour l'aménagement de Narbonne Antique. *In* C. Sanchez & M.-P. Jézégou (eds.), *Zones portuaires et espaces littoraux de Narbonne et sa région dans l'Antiquité*. Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, **28**. Editions de l'Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 13-20.

ANDRÉ J.-M. & BASLEZ M.-F., 1993 - *Voyager dans l'Antiquité*. Fayard, Paris, 594 p.

ANTHONY E.J., 2009 - *Shore processes and their palaeoenvironmental applications*. Elsevier, Amsterdam & Boston, 519 p.

ANTHONY E.J., MARRINER N. & MORHANGE C., 2014 - Human influence and the changing geomorphology of Mediterranean deltas and coasts over the last 6000 years: From progradation to destruction phase? *Earth-Science Reviews*, **139**, 336-361.

ARNAL J., PRADES H., CRASSOUS J., CRASSOUS C., MENDOZA A., SICARD G. & VAYSSETTES J.-L., 1980 - Les ports lagunaires de la région de Montpellier. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, **24**, 115-139.

ARNAUD-FASSETTA G. & PROVANSAL M., 2014 - The lower valley and the delta of the Rhône River: Water landscapes of nature and history. *In* M. Fort & M.-F. André (eds), *Landscapes and Landforms of France*. Springer, Dordrecht, 207-218.

ARNAUD-FASSETTA G., CARRE M.-B., MAROCCO R., MASELLI SCOTTI F., PUGLIESE N., ZACCARIA C., BANDELLI A., BRESSON V., MANZONI G., MONTENEGRO M.E., MORHANGE C., PIPAN M., PRIZZON A. & SICHÉ I., 2003 - The site of Aquileia (northeastern Italy): example of fluvial

geoarchaeology in a Mediterranean deltaic plain. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, **2003** (4), 227-245.

ARNAUD-FASSETTA G., CARCAUD N., CASTANET C. & SALVADOR P.-G., 2010 - Fluviatile palaeoenvironments in archaeological context: Geographical position, methodological approach and global change – Hydrological risk issues. *Quaternary International*, **216** (1-2), 93-117.

ARTEAGA O. & SCHULZ H.D., 1997 - El puerto fenicio de Toscanos. Investigación geoarqueológica en la costa de la Axarquía (Vélez-Málaga 1983-84). *In* M.E. Aubet, (ed.), *Los fenicios en Málaga*. Thema, **6**. Servicio de Publicaciones, Universidad de Málaga, Málaga, 87-154.

AUGENTI A. (ed.), 2011 - *Classe : indagini sul potenziale archeologico di una citta scomparsa*. Studi e scavi (Università degli studi di Bologna), **27**. Ante Quem, Bologne, 286 p.

AZNAR C., BALENSI J. & HERRERA M.D., 2005 - Las excavaciones de Tell Abu Hawam en 1985-86 y la cronología de la expansión fenicia hacia Occidente. *Gerión, Revista de Historia Antigua*, **23** (1), 17-38.

BAGAN G., GAILLEDRAT É. & JORDA C., 2010 - Approche historique de la géographie des comptoirs littoraux à l'Âge du Fer en Méditerranée occidentale à travers l'exemple du port de *Lattara* (Lattes, Hérault). *Quaternaire*, **21** (1), 85-100.

BALENSI J., 2000 - Une île artificielle égypto-cananéenne (Haïfa, Israël). *Le Monde de la Bible*, **128**, 62.

BASSO D., BERNASCONI M.P., ROBBA E. & MAROZZO S., 2008 - Environmental Evolution of the Marsala Sound, Sicily, during the Last 6000 Years. *Journal of Coastal Research*, **24** (1), 177-197.

BENVENUTI M., MARIOTTI-LIPPI M., PALLECCHI P. & SAGRI M., 2006 - Late-Holocene catastrophic floods in the terminal Arno River (Pisa, Central Italy) from the story of a Roman riverine harbor. *The Holocene*, **16** (6), 863-876.

BERTONCELLO F., BONNET S., EXCOFFON P., BONY G., MORHANGE C., GÉBARA C., GEORGES K. & DEVILLERS B., 2011 - Dynamique du littoral et peuplement : le cas de la colonie romaine de Fréjus. *In* M. Pasqualini (ed.), *Fréjus romaine : la ville et son territoire : agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique : actes du 8e colloque historique de Fréjus, 8-10 octobre 2010*. Editions APDCA, Nice, 75-88.

BINI M., CASAROSA N. & RIBOLINI A., 2008 - L'evoluzione diacronica della linea di riva del litorale pisano (1938-2004) sulla base del confronto di immagini aeree georeferenziate. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali residente in Pisa. Memorie. Serie A*, **113**, 1-12.

BINI M., BRÜCKNER H., CHELLI A., PAPPALARDO M., DA PRATO S. & GERVASINI L., 2012 - Palaeogeographies of the Magra Valley coastal plain to constrain the location of the Roman harbour of *Luna* (NW Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **337-338**, 37-51.

BIRD E.C.F., 1994 - Physical setting and geomorphology of coastal lagoons. *In* B. Kjerfve (ed.), *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanography Series, **60**. Elsevier, Amsterdam, 9-39.

BLÁZQUEZ A. & USERA J., 2005 - Variaciones de la línea de costa en l'Albufera d'Elx (Alicante) durante el Cuaternario reciente. *In* E. Sanjaume & J. Mateu (eds.), *Geomorfologia i Quaternari litoral*. Homenaje al Dr. V. Rosselló. Departament de Geografia, Universitat de València, València, 59-72.

BLOT M.L.P., 2003 - *Os Portos na Origem dos Centros Urbanos: Contributo para a Arqueologia das Cidades Marítimas e Fluvio-Marítimas em Portugal*. Trabalhos de Arqueologia, **28**. Instituto Português de Arqueologia, Lisboa, 337 p.

BLUE L., KHALIL E. & TRAKADAS A. (eds.), 2011 - *A Multidisciplinary Approach to Alexandria's Economic Past: the Lake Mareotis Research Project*. British Archaeological Report. International Series, **2285** & Series in Archaeology Monographs (University of Southampton), **5**. Archaeopress, Oxford, 313 p.

BONY G., MORHANGE C., BRUNETON H., CARBONEL P. & GÉBARA C., 2011 - 2 000 ans de colmatage du port antique de Fréjus (*Forum Julii*), France : une double métamorphose littorale. *Comptes Rendus Geoscience*, **343** (10), 701-715.

BONY G., BARALIS A., LUNGU V., MARRINER N. & MORHANGE C., 2013 - Mobilité des paysages et stratégies coloniales au sud du delta du Danube : la colonie grecque d'Orgamè/Argamum (Jurilovca, département de Tulcea, Roumanie). *In* J.-P. Saint Martin (dir.), *Recherches croisées en Dobrogea*. Amanda Edit, Bucarest, 133-156.

BONY G., MORHANGE C., KANIEWSKI D. & MARRINER N., 2014 - Contraintes et potentialités naturelles des bassins portuaires antiques, essai de typologie. *In* L. Mercuri, R. González Villaescusa & F. Bertoncello (eds.), *Implantations humaines en milieu littoral méditerranéen : facteurs d'installation et processus d'appropriation de l'espace, de la Préhistoire au Moyen Age, 34es rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Editions APDCA, Antibes, 95-107.

BOSCHI F., 2012 - *Tracce di una città sepolta. Aerofotografia e geofisica per l'archeologia di Classe e del suo territorio*. Ante Quem, Bologne, 288 p.

BOUSQUET B., DUFAURE J.-J. & PECHOUX P.-Y., 1987 - Ports antiques et lignes de rivage égéennes. *In* M. Euzennat, R. Paskoff & P. Trousset (eds.), *Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée d'après les données de l'archéologie : Aix-en-Provence, 5-7 septembre 1985*. Colloques internationaux du CNRS. Editions du CNRS, Paris, 137-154.

BOUSSAC M.-F. 2009 - Taposiris Magna : la création du port fermé. *In* F. Dumasy & F. Queyrel (eds.), *Archéologie et environnement dans la Méditerranée antique*. Hautes Etudes Monde Gréco-Romain, **42**. Droz, Genève, 123-142.

BOUSSAC M.-F. & EL-AMOURI M., 2010 - The lake structures at Taposiris. *In* L. Blue & E. Khalil (eds.), *Lake Mareotis. Reconstructing the past*. British Archaeological Reports. International Series, **2113** & Series in Archaeology Monographs (University of Southampton), **2**, Archaeopress, Oxford, 87-105.

BRAMBATI A., 1985 - Modificazioni costiere nell'arco lagunare dell'Adriatico settentrionale. *In Studi jesolani*. Antichità altoadriatiche, **27**. Tipografia Chiandetti, Udine, 13-47.

BRÜCKNER H., MÜLLENHOFF M., HANDL M. & VAN DER BORG K., 2002 - Holocene Landscape Evolution of the Büyük Menderes Alluvial Plain in the Environs of Myous and Priene (Western Anatolia, Turkey). *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementband*, **127**, 47-65.

BRÜCKNER H., VÖTT A., SCHRIEVER A. & HANDL M., 2005 - Holocene delta progradation in the eastern Mediterranean – case studies in their historical context. *Méditerranée*, **104**, 95-106.

BRÜCKNER H., MÜLLENHOFF M., GEHRELS R., HERDA A., KNIPPING M. & VÖTT A., 2006 - From archipelago to floodplain-geographical and ecological changes in Miletus and its environs during the past six millennia (Western Anatolia, Turkey). *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementband*, **142**, 63-83.

BRUNETTI A., DENÈFLE M., FONTUGNE M., HATTÉ C. & PIRAZZOLI P.A., 1998 - Sea-level and subsidence data from a Late Holocene back-barrier lagoon (Valle Standiana, Ravenna, Italy). *Marine Geology*, **150** (1-4), 29-37.

CAMUFFO D. & ENZI S., 1996 - The analysis of two bi-millennial series: Tiber and Po river floods. *In* P.D. Jones, R.S. Bradley & J. Jouzel (eds.), *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*, NATO ASI Series. Series I, Global Environmental Change, **41**. Springer, Berlin & New York, 433-450.

CARAYON N., 2005 - Le cothon ou port artificiel creusé. Essai de définition. *Méditerranée*, **104**, 5-13.

CARAYON N., 2008 - *Les ports phéniciens et puniques. Géomorphologie et infrastructures*. Thèse de Doctorat, Université Strasbourg 2 Mar Bloch, Strasbourg, 1372 p.

CARMONA P., 1999 - Evolución paleogeográfica y geomorfológica del entorno del Cerro del Villar. *In* M.E. Aubet, P. Carmona, E. Curià, A. Delgado, A. Fernández Cantos & M. Párraga (eds.), *Cerro del Villar I. El asentamiento fenicio en la desembocadura del río Guadalhorce y su interacción con el hinterland*. Arqueología. Serie Monografías. Junta de Andalucía, Sevilla, 33-41.

CARMONA P. & RUIZ J.M., 2003 - Cambios geomorfológicos y puertos históricos en la costa mediterránea valenciana. *In* G.P. Berlanga & J.P. Ballester (eds.), *Puertos fluviales antiguos: ciudad, desarrollo e infraestructuras : IV jornadas de arqueología subacuática : actas*. Universitat de València, Facultat de Geografia i Història, València, 115-126.

CARMONA P. & RUIZ J.M., 2009 - Geomorphological evolution of the River Loukkos estuary around the Phoenician city of Lixus on the Atlantic Littoral of Morocco. *Geoarchaeology*, **24** (6), 821-845.

CARMONA P. & RUIZ J.M., 2011 - Historical morphogenesis of the Turia River coastal flood plain in the Mediterranean littoral of Spain. *Catena*, **86** (3), 139-149.

CAROZZA J.-M., MICU C., MIHAIL F. & CAROZZA L., 2012 - Landscape change and archaeological settlements in the lower Danube valley and delta from early Neolithic to Chalcolitic time: A review. *Quaternary International*, **261**, 21-31.

CARRE M.-B., MAROCCO R., MASELLI SCOTTI F. & PUGLIESE N. 2003 - Quelques données récentes sur le réseau fluvial et le paléoenvironnement d'Aquileia (Italie nord-occidentale). *In* G.P. Berlanga & J.P. Ballester (eds.), *Puertos fluviales antiguos: ciudad, desarrollo e infraestructuras : IV jornadas de arqueología subacuática : actas*. Universitat de València, Facultat de Geografia i Història, València, 299-311.

CHEVALLIER R., 1963 - A la recherche des ports antiques de Ravenne. Pour une définition de la topographie historique. *Revue Belge de Philologie et d'Histoire*, **41** (1), 92-109.

CIRELLI E., 2013 - Roma sul mare e il porto augusteo di Classe. *In* F. Boschi (ed.), *Ravenna e l'Adriatico dale origini all'età romana*. Ante Quem, Bologne, 109-121.

CONESA GARCÍA C. & GARCÍA GARCÍA E., 2003 - Las áreas históricas de inundación en Cartagena: problemas de drenaje y actuaciones. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, **35**, 79-100.

DALRYMPLE R. W., MACKAY D.A., ICHASO A.A. & CHOI K.S., 2012 - Processes, Morphodynamics, and Facies of Tide-Dominated Estuaries. *In* R. A. Davis & R.W. Dalrymple (eds.), *Principles of Tidal Sedimentology*, Springer, Dordrecht, 79-107.

DE MARTINI P.M., BURRATO P., PANTOSTI D., MARAMAI A., GRAZIANI L. & ABRAMSON H., 2003 - Identification of tsunami deposits and liquefaction features in the Gargano area (Italy): paleoseismological implication. *Annals of Geophysics*, **46** (5), 883-902.

DEBERGH J. & LIPINSKI E., 1992 - Cothon. *In* E. Lipinski (ed.), *Dictionnaire de la civilisation phénicienne et punique*. Brepols, Paris, 121 p.

DÉCOBERT C., 2002 - Maréotide médiévale. Des bédouins et des chrétiens. *In* C. Décobert (ed.), *Alexandrie Médiévale. 2*. Etudes Alexandrines, **8**. Institut Français d'Archéologie Orientale, Le Caire, 127-167.

DEZILEAU L. & CASTAINGS J., 2014 - Extreme storms during the last 500 years from lagoonal sedimentary archives in Languedoc (SE France). *Méditerranée*, **122**, 131-138.

DINIS J.L., HENRIQUES V., FREITAS M.C., ANDRADE C. & COSTA P., 2006 - Natural to anthropogenic forcing in the Holocene evolution of three coastal lagoons (Caldas da Rainha valley, western Portugal). *Quaternary International*, **150** (1), 41-51.

DUCK R.W. & FIGUEIREDO DA SILVA J., 2012 - Coastal lagoons and their evolution: A hydromorphological perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **110**, 2-14.

ÉCOCHARD É., FOUACHE É., KUZUCUOĞLU C., CARCAUD N., EKMEKÇI M., ULUSOY I., ÇINER A. & DES COURTILS J., 2009 - Reconstitution paléogéographique des dynamiques paysagères durant l'Holocène autour de Xanthos et Létôon dans l'ancienne Lycie (Turquie) : premiers résultats. *Norois*, **213**, 59-71.

FAZZINI P. & MAFFEI M., 2000 - The disappearance of the city of Luni. *Journal of Cultural Heritage*, **1** (3), 247-260.

FERRER GARCIA C., 2003 - Aproximación geoarqueológica a algunos asentamientos históricos del litoral meridional valenciano (s. IV a.C. – s. XII d.C.). *In* G. Pascual Berlanga & J. Pérez Ballester (eds), *Puertos fluviales antiguos: ciudad, desarrollo e infraestructuras : IV jornadas de arqueología subacuática : actas*. Universitat de València, Facultat de Geografia i Història, València, 99-114.

FITZGERALD D.M. & MINER D.D., 2013 - Tidal Inlets and Lagoons along Siliciclastic Barrier Coasts. *In* D.J. Sherman (ed.), *Treatise on Geomorphology. Volume 10: Coastal Geomorphology*. Elsevier, Amsterdam, 149-165.

FLAUX C. & PICHOT V., 2014 - Géoarchéologie portuaire dans le lac Maréotis, delta du Nil, Egypte. *Géochronique*, **130**, 38-42.

FLAUX C., MARRINER N., EL-ASSAL M., MORHANGE C., ROUCHY J.-M., SOULIÉ-MÄRSCHE I. & TORAB M., 2012 - Environmental changes in the Maryut lagoon (northwestern Nile delta) during the last ~2,000 years. *Journal of Archaeological Science*, **39** (12), 3493-3504.

FLAUX C., CLAUDE C., MARRINER N. & MORHANGE C., 2013 - A 7500-year strontium isotope record from the northwestern Nile delta (Maryut lagoon, Egypt). *Quaternary Science Reviews*, **78**, 22-33.

FLEMING K., JOHNSTON P., ZWARTZ D., YOKOYAMA Y., LAMBECK K. & CHAPPELL J., 1998 - Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Science letters*, **163** (1-4), 327-342.

FLEMMING B.W., 2011 - Geology, Morphology, and Sedimentology of Estuaries and Coasts. *In* B.W. Flemming (ed.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science. Volume 3: Estuarine and Coastal Geology and Geomorphology*. Academic Press, London, 7-38.

FOUACHE É. (ed.), 2003 - *The Mediterranean world, environment and history. IAG working group on geo-archeology symposium proceedings: Environmental dynamics and history in Mediterranean areas, Paris, Université Paris-Sorbonne, 24-26 avril 2002*. Elsevier, Paris, 485 p.

FROST H., 1995 - Harbours and proto-harbours; early levantine engineering. *In* V. Karageorghis & D. Michaelides (eds.), *Proceedings of the International Symposium Cyprus and the Sea Organized by The Archaeological Research Unit of the University of Cyprus and The Cyprus Ports Authority, Nicosia, 25- 26 september, 1993*. University of Cyprus, Nicosia, 1-22.

FUMANAL M.P. & FERRER C., 1998 - El yacimiento arqueológico de la Picola (litoral de Santa Pola, España). Estudio geomorfológico y sedimentológico. *Cuaternario y Geomorfología*, **12** (1-2), 77-93.

GAMBIN T., 2004 - Islands of the Middle Sea: an archaeology of a coastline. *In* L. De Maria & R. Turchetti (eds.), *Evolución paleoambiental de los puertos y fondeaderos antiguos en el Mediterráneo occidental*. Rubbettino Editore, Soveria Mannelli, 127-146.

GAMITO T.J., 1997 - Ipses (Vila Velha, Alvor). *In Noventa séculos entre a serra e o mar*. Instituto Português do Património Arquitectónico, Lisboa, 257-263.

GERBER F., 2005 - Les aménagements de berge antiques à Bordeaux (France). Les fouilles de Bordeaux-Parkings 2002-2003: premières approches. *In* M. Urteaga Artigas & M.J. Noain Maura (eds.), *Mar Exterior : el Occidente atlántico en época romana, congreso internacional, Pisa, Santa Croce in Fossabanda, 6-9 de noviembre de 2003*. Escuela Española de Historia y Arqueología (CSIC), Roma, 77-83.

GHILARDI M., FOUACHE É., SYRIDES G., STYLLAS M., STIROS S. & KOZLAKIDIS Z., 2009 - Evolution des paysages de la plaine de Macédoine centrale : entre géographie historique et approche paléoenvironnementale. *Cybergeo*, document 465.

GHILARDI M., COLLEU M., PAVLOPOULOS K., FACHARD S., PSOMIADIS D., ROCHETTE P., DEMORY F., KNODELL A., TRIANTAPHYLLOU M., DELANGHE-SABATIER D., BICKET A. & FLEURY J., 2013 - Geoarchaeology of Ancient Aulis (Boeotia, Central Greece): human occupation and Holocene landscape changes. *Journal of Archaeological Science*, **40** (4), 2071-2083.

GIAIME M., BARALIS A., MARRINER N., MORHANGE C. & POROTOV A., 2014 - D'un archipel à une plaine deltaïque : géoarchéologie de la péninsule de Taman (sud-ouest de la Russie). *Géochronique*, **130**, 42-45.

GIANFREDA F., MASTRONUZZI G. & SANSÒ P., 2001 - Impact of historical tsunamis on a sandy coastal barrier: an example from the northern Gargano coast, southern Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, **1** (4), 213-219.

GIFFORD J.A., RAPP G. & VITALI V., 1992 - Palaeogeography of Carthage (Tunisia): Coastal change during the first millennium BC. *Journal of Archaeological Science*, **19** (5), 575-596.

GIOSAN L., DONNELLY J.P., CONSTANTINESCU S., FILIP F., OVEJANU I., VESPREMEANU-STROE A., VESPREMEANU E. & DULLER G.A.T., 2006 - Young Danube delta documents stable Black Sea level since the middle Holocene: Morphodynamic, paleogeographic, and archaeological implications. *Geology*, **34** (9), 757-760.

GIOSAN L., COOLEN M.J.L., KAPLAN J.O., CONSTANTINESCU S., FILIP F., FILIPOVA-MARINOVA M., KETTNER A.J. & THOM N., 2012 - Early Anthropogenic Transformation of the Danube-Black Sea System. *Scientific Reports*, **2**, article number 582, doi: 10.1038/srep00582.

GLASER R., RIEMANN D., SCHÖNBEIN J., BARRIENDOS M., BRÁZDIL R., BERTOLIN C., CAMUFFO D., DEUTSCH M., DOBROVOLNÝ P., VAN ENGELEN A., ENZI S., HALÍČKOVÁ M., KOENIG S.J., KOTYZA O., LIMANÓWKA D., MACKOVÁ J., SGHEDONI M., MARTIN B. & HIMMELSBACH I., 2010 - The variability of European floods since AD 1500. *Climatic Change*, **101** (1-2), 235-256.

GODDIO F., 2007 - *The topography and excavation of Heracleion-Thonis and East Canopus (1996-2006)*. Oxford Centre for Maritime Archaeology Monograph, **1** & Underwater Archaeology in the Canopus Region in Egypt, **1**. University of Oxford, Institute of Archaeology, Oxford, 136 p.

GOIRAN J.-P., TRONCHÈRE H., SALOMON F., CARBONEL P., DJERBI H. & OGNARD C., 2010 - Palaeoenvironmental reconstruction of the ancient harbors of Rome: Claudius and Trajan's marine harbors on the Tiber delta. *Quaternary International*, **216** (1-2), 3-13.

GOIRAN J.-P., SALOMON F., MAZZINI I., BRAVARD J.-P., PLEUGER E., VITTORI C., BOETTO G., CHRISTIANSEN J., ARNAUD P., PELLEGRINO A., PEPE C. & SADORI L., 2014 - Geoarchaeology confirms location of the ancient harbour basin of Ostia (Italy). *Journal of Archaeological Science*, **41**, 389-398.

GOODMAN-TCHERNOV B.N., DEY H.W., REINHARDT E.G., MCCOY F. & MART Y., 2009 - Tsunami waves generated by the Santorini eruption reached Eastern Mediterranean shores. *Geology*, **37** (10), 943-946.

GRÜGER E. & THULIN B., 1998 - First results of biostratigraphical investigations of Lago d'Averno near Naples relating to the period 800 BC-800 AD. *Quaternary International*, **47-48**, 35-40.

GUELORGET O. & PERTHUISOT J.-P., 1983 - *Le domaine paralique : expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement*. Travaux du Laboratoire de Géologie (Paris), **16**. Presses de l'Ecole Normale Supérieure, Paris, 136 p.

HADLER H., VÖTT A., KOSTER B., MATHES-SCHMIDT M., MATTERN T., NTAGERETZIS K., REICHERTER K. & WILLERSHÄUSER T., 2013 - Multiple late-Holocene tsunami landfall in the eastern Gulf of Corinth recorded in the palaeotsunami geo-archive at Lechaion, harbour of ancient Corinth (Peloponnese, Greece). *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementband*, **57** (4), 139-180.

HOFFMANN G., 1988 - Holozänstratigraphie und Küstenlinienverlangerung an der andalusischen Mittelmeerküste. *Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen*, **2**, 174 p.

HOFFMANN G., 1995 - Die nacheiszeitliche Landschaftsentwicklung der andalusischen Mittelmeerküste am Beispiel der phönizischen Niederlassung Sexi (Almuñécar). *Madrider Mitteilungen*, **36**, 191-198.

HURST H. & STAGER L.E., 1978 - A Metropolitan Landscape: the Late Punic Port of Carthage. *World Archaeology*, **9** (3), 334-346.

HURST H., PASKOFF R. & RAKOB F., 1985 - Géologie maritime : position du niveau de la mer et déplacement de la ligne de rivage à Carthage (Tunisie) dans l'Antiquité. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre*, **300** (13), 613-618.

JOLIVET L., BRUN J.-P., MEYER B., PROUTEAU G., ROUCHY J.-M. & SCAILLE B., 2008 - *Géodynamique Méditerranéenne*. Enseigner les Sciences de la Terre. Société Géologique de France - Vuibert, Paris, 216 p.

KANIEWSKI D., VAN CAMPO É., MORHANGE C., GUIOT J., ZVIELY D., SHAKED I., OTTO T. & ARTZY M., 2013 - Early urban impact on Mediterranean coastal environments. *Scientific Reports*, **3**, article number: 3540, doi: 10.1038/srep03540.

KAZANCI N., DÜNDAR S., CIHAT ALÇIÇEK M. & GÜRBÜZ A., 2009 - Quaternary deposits of the Büyük Menderes Graben in western Anatolia, Turkey: Implications for river capture and the longest Holocene estuary in the Aegean Sea. *Marine Geology*, **264** (3-4), 165-176.

KEAY S., MILLET M., PAROLI L. & STRUT K. (eds.), 2005 - Portus: An archaeological survey of the Portus of imperial Rome. *Archaeological Monographs of the British School at Rome*, **15**. The British School at Rome, Londres, 360 p.

KELTERBAUM D., BRÜCKNER H., POROTOV A., SCHLOTZHAUER U. & ZHURAVLEV D., 2011 - Geoarchaeology of Taman Peninsula (Kerch Strait, South-West Russia) – the Example of the Ancient Greek Settlement of Golubitskaya 2. *Die Erde*, **143** (3), 235-258.

KHALIL E., 2010a - Waterfront Installations and Maritime Activities in the Mareotic Region. *In* L. Blue & E. Khalil (eds.), *Lake Mareotis: Reconstructing the Past*. British Archaeological Reports. International Series, **2113** & Series in Archaeology Monographs (University of Southampton), **2**, Archaeopress, Oxford, 125-145.

KHALIL E., 2010b - The Sea, the River and the Lake: All the Waterways Lead to Alexandria. *Bolletino di Archeologia on Line*, **Volume speciale B7** (5), 33-48.

KJERFVE B. & MAGILL K. E., 1989 - Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology*, **88** (3-4), 187-199.

KRAFT J.C., ASCHENBRENNER S.E. & RAPP JR. G., 1977 - Palaeogeographic reconstructions of coastal Aegean archaeological sites. *Science*, **195** (4282), 941-947.

KRAFT J.C., KAYAN I. & EROL O., 1980 - Geomorphic reconstructions in the environs of ancient Troy. *Science*, **209** (4458), 776-782.

KRAFT J.C., RAPP G., KAYAN I. & LUCE J.V., 2003 - Harbor areas at ancient Troy: Sedimentology and geomorphology complement Homer's Iliad. *Geology*, **31** (2), 163-166.

KRAFT J.C., BRÜCKNER H., KAYAN I. & ENGELMANN H., 2007 - The geographies of ancient Ephesus and the Artemision in Anatolia. G*eoarchaeology*, **22** (1), 121-149.

LARIO J., ZAZO C., DABRIO C.J., SOMOZA L., GOY J.L., BARDAJÍ T. & SILVA P.G., 1995 - Record of recent Holocene sediment inputs on spit bars and deltas of south Spain. *Journal of Coastal Research*, **Special Issue 17**, 241-245.

LAVIGNE F. & PARIS R. (eds.), 2011 - Tsunarisque : le tsunami du 26 décembre 2004 à Aceh, Indonésie. Publications de la Sorbonne, Paris, 324 p.

LESPEZ L., DALONGEVILLE R., PASTRE J.-F., MATHIEU R., DARMON F. & POURSOULIS G., 2003 - Middle-Late Holocene palaeo-environmental evolution and coastline changes of Malia (Crète). *In* Fouache E. (ed.), *The Mediterranean world, environment and history. IAG working group on geo-archeology symposium proceedings: Environmental dynamics and history in Mediterranean areas, Paris, Université Paris-Sorbonne, 24-26 avril 2002*. Elsevier, Paris, 439-452.

LEVEAU P., 2012 - Attraits et risques de l'eau dans les sociétés antiques. Retour critique sur la problématique du risque fluvial. *In* J.-P. Bost (dir.), *L'eau : usages, risques et représentations dans le Sud-Ouest de la Gaule et le Nord de la péninsule Ibérique, de la fin de l'Âge du Fer à l'Antiquité tardive (iie s. a.C. - vi^e s. p.C.)*. Aquitania. Supplément, **21**. Aquitania, Bordeaux, 26-48.

LEVEAU P., TRÉMENT F., WALSH K. & BARKER G. (eds.), 1999 - *Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology*. The Archaeology of Mediterranean Landscapes, **2**. Oxbow Books, Oxford, 210 p.

LONG L., 2009 - Bouches-du-Rhône. Au large des Saintes-Maries-de-la-Mer. *Bilan Scientifique - Direction Régionale des Affaires Culturelles Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service Régional de l'Archéologie*, **2009**, 54-55.

MANTAS V., 1996 - *A rede viária romana da faixa atlântica entre Lisboa e Braga*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2 vol., 929 & 396 p.

MANZELLI V., 2000 - *Città romane. 2, Ravenna*. Atlante Tematico di Topografia Antica. Supplementi, **7**. L'Erma di Bretschneider, Roma, 251 p.

MAROCCO R., 1991 - Evoluzione tardopleistocenica-olocenica del delta del F. Tagliamento e delle lagune di Marano e Grado (Golfo di Trieste). *Il Quaternario*, **4** (1/b), 223-232.

MAROCCO R., 2009 - Prima ricostruzione paleo-idrografica del territorio della bassa pianura friulano-isontina e della laguna di Grado nell'Olocene. *Gortania. Geologia Paleontologia Paletnologia*, **31**, 69-86.

MAROCCO R., PUGLIESE N. & STOLFA D., 1984 - Some remarks on the origin and evolution of the Grado Lagoon (Northern Adriatic Sea). *Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata*, **2** (1), 11-17.

MARRINER N. & MORHANGE C., 2006a - Geoarchaeological evidence for dredging in Tyre's ancient harbour, Levant. *Quaternary Research*, **65** (1), 164-171.

MARRINER N. & MORHANGE C., 2006b - The "Ancient Harbour Parasequence": Anthropogenic forcing of the stratigraphic highstand record. *Sedimentary Geology*, **186** (1-2), 13-17.

MARRINER N. & MORHANGE C., 2007 - Geoscience of ancient Mediterranean harbours. *Earth-Science Reviews*, **80** (3-4), 137-194.

MARRINER N., MORHANGE C. & SKRIMSHIRE S., 2010 - Geoscience meets the four horsemen?: Tracking the rise of neocatastrophism. *Global and Planetary Change*, **74** (1), 43-48.

MARTÍNEZ ANDREU M., 2004 - La topografía en Carthago Nova. Estado de la cuestión. *Mastia*, **3**, 11-30.

MASELLI V. & TRINCARDI F., 2013 - Man made deltas. *Scientific Reports*, **3**, article number 1926, doi: 10.1038/srep01926.

MCBRIDE R.A., PENLAND S., HILAND M.W., WILLIAMS S.J., WESTPHAL K.A., JAFFEE B.E. & SALLENGER A.H., 1992 - Analysis of barrier shoreline change in Louisiana from 1853 to 1989. *In* S.J. Williams, S. Penland & A.H. Sallenger (eds.), *Atlas of shoreline changes in Louisiana from 1853 to 1989*. Geological Survey (U.S.) - Miscellaneous Investigations Series Map, **I-2150-A**. U.S. Geological Survey, Reston & Louisiana Geological Survey, Baton Rouge, 36-97.

MCBRIDE R.A., ANDERSON J.B., BUYNEVICH I.V., CLEARY W., FENSTER M.S., FITZGERALD D.M., HARRIS M.S., HEIN C.J., KLEIN A.H.F., LIU B., DE MENEZES J.T., PEJRUP M., RIGGS S.R., SHORT A.D., STONE G.W., WALLACE D.J. & WANG P., 2013 - Morphodynamics of Barrier Systems: A Synthesis. *In* D.J. Sherman (ed.), *Treatise on Geomorphology. Volume 10: Coastal Geomorphology*. Elsevier, Amsterdam, 174-244.

MAZZANTI R., 2000-2001 - Geomorfologia del bacino versiliese-pisano con particolare riferimento alla "Gronda dei Lupi", scarpata fossile che separa le colline livornesi, con I loro terrazzi eustatici, dalla pianur alluvionale di Pisa, *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Residente in Pisa. Memorie. Serie A*, **107**, 165-189.

MODRZEWSKA-PIANETTI I. & PIANETTI F., 2013 - La laguna di venezia in epoca romana. *In* M. Cavalieri, E. De Waele & L. Meulemans, (eds.), *Industria Apium. L'archéologie : une démarche singulière, des pratiques multiples : Hommages à Raymond Brulet*. Presses universitaires de Louvain, Louvain, 217-228.

MOREIRA J.B., 2002 - *A cidade romana de Eburobrittium: Óbidos*. Mimesis Multimedia, Porto, 175 p.

MORHANGE C., 2001 - *Mobilité littorale de quelques sites portuaires antiques de Méditerranée, Marseille, Pouzzoles, Cumes, Kition et Sidon*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Provence Aix-Marseille 1, Aix-en-Provence, 2 vol., 180 p.

MORHANGE C. & MARRINER N., 2010a - Palaeo-hazards in the coastal Mediterranean: a geoarchaeological approach. *In* I.P. Martini

& W. Chesworth (eds.), *Landscapes and Societies: selected cases*. Springer, Dordrecht & New York, 223-234.

MORHANGE C. & MARRINER N., 2010b - Mind the (stratigraphic) gap: Roman dredging in ancient Mediterranean harbours. *Bollettino di Archeologia on Line*, **Volume speciale B7**, 23-32.

MORHANGE C., GOIRAN J.-P., BOURCIER M., CARBONEL P., LE CAMPION J., ROUCHY J.-M. & YON M., 2000 - Recent Holocene paleo-environmental evolution and coastline changes of Kition, Lanarca, Cyprus, Mediterranean Sea. *Marine Geology*, **170** (1-2), 205-230.

MORHANGE C., HAMDAN TAHA M., HUMBERT J.-B. & MARRINER N., 2005 - Human settlement and coastal change in Gaza since the Bronze Age. *Méditerranée*, **104**, 75-78.

MORHANGE C., PIRAZZOLI P.A., EVELPIDOU N. & MARRINER N., 2012 - Late Holocene tectonic uplift and the silting up of Lechaion, the western harbor of ancient Corinth, Greece. *Geoarchaeology*, **27** (3), 278-283.

MORHANGE C., SALAMON A., BONY G., FLAUX C., GALILI E., GOIRAN J.-P. & ZVIELY D., 2013 - Geoarchaeology of tsunamis and the revival of neo-catastrophism in the Eastern Mediterranean. *In* L. Nigro (ed.), *Overcoming Catastrophes. Essays on disastrous agents characterization and resilience strategies in pre-classical Southern Levant*. Rome "La Sapienza" Studies on the Archaeology of Palestine and Transjordan, **11**. Università di Roma "La Sapienza", Roma, 61-81.

MOURTZAS N.D., KISSAS C. & KOLAITI E., 2014 - Archaeological and geomorphological indicators of the historical sea level changes and the related palaeogeographical reconstruction of the ancient foreharbour of Lechaion, East Corinth Gulf (Greece). *Quaternary International*, **332**, 151-171.

NICHOLS M.N., 1989 - Sediment accumulation rates and relative sea-level rise in lagoons. *Marine Geology*, **88** (3-4), 201-219.

NINFO A., FONTANA A., MOZZI P. & FERRARESE F., 2009 - The map of Altinum, ancestor of Venice. *Science*, **325** (5940), 577.

ÖNER E., 2008 - Asi delta ovasinda alüvyal jeomorfoloji ve paleocoğrafya araştirmalari (Antakya/Hatay) [Alluvial Geomorphology and Paleogeographical Studies on the Asi (Orontes) Delta Plain (Antakya/HATAY)]. *Ege Co rafya Dergisi*, **17** (1-2), 1-25 [en turc].

ÖNER E., UNCU L. & HOCAOĞLU B., 2003 - Paläogeographische Studien in der Umgebung des Gözlüküle-Hügel (Tarasus-Mersin, Türkei). *Berichte aus dem Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel*, **28**, 133-149.

OUESLATI A., 1993 - *Les côtes de la Tunisie*. Publications de la Facultés des Sciences Humaines et Sociales de Tunis. Série2, Géographie, **34-35**. Université de Tunis 1, Tunis, 2 vol., 387 & 402 p.

OUESLATI A., PASKOFF R., SLIM H. & TROUSSET P., 1987 - Déplacements de la ligne de rivage en Tunisie d'après les données de l'archéologie à l'époque historique. *In* M. Euzennat, R. Paskoff & P. Trousset (eds.), *Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée d'après les données de l'archéologie : Aix-en-Provence, 5-7 septembre 1985*. Colloques internationaux du CNRS. Editions du CNRS, Paris, 71-73.

PAMIR H., 2006 - Al-Mina and Sabuniye in the Orontes Delta: The Sites. *In* G.R. Tsetskhladze (ed.), *Greek Colonization: An Account of Greek Colonies and Other Settlements Overseas - Volume 1*. Mnemosyne Supplements, **193** (1). Brill, Leiden, 535-544.

PANIN N., 2003 - The Danube Delta. Geomorphology and Holocene evolution: a Synthesis. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, **2003** (4), 247-262.

PASKOFF R., 1985 - *Les plages de la Tunisie : études sur leur évolution*. Editec, Caen, 198 p.

PASKOFF R. & SANLAVILLE P., 1983 - *Les côtes de la Tunisie ; variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien*. Collection de la Maison de l'Orient méditerranéen. Série géographique et préhistorique, **2**. Maison de l'Orient, Lyon, 192 p.

PASKOFF R. & TROUSSET P., 1991 - Bou Grara (mer de). *In* G. Camps (ed.), *Encyclopédie berbère : X : Beni Isgen-Bouzeis*. Edisud, Aix-en-Provence, 1568-1570.

PASQUINUCCI M. & ROSETTI G., 1988 - The harbour infrastructure at Pisa and Porto Pisano from ancient times until the Middle Ages. *In* A. Raban (ed.), *Archaeology of coastal changes: proceedings of the First International Symposium "Cities on the Sea--Past and present", Haifa, Israel, September 22-29, 1986*, British Archaeological Reports. International Series, **404** & Publication (Universiṭat Ḥefeh. Merkaz le-limude-yam), **2**. B.A.R., Oxford, 137-155.

PASQUINUCCI M. & MENCHELLI S., 2012 - Landscape Transformations in North Coastal Etruria. *In* S. Klujving & E. Guttmann-Bond (eds.), *Landscape Archaeology between Art and Science: From a multi- to an Interdisciplinary Approach*. Amsterdam University Press, Amsterdam, 179-196.

PASSARO S., BARRA M., SAGGIOMO R., DI GIACOMO S., LEOTTA A., UHLEN H. & MAZZOLA S., 2013 - Multi-resolution morpho-bathymetric survey results at the Pozzuoli–Baia underwater archaeological site (Naples, Italy). *Journal of Archaeological Science*, **40** (2), 1268-1278.

PETIT G., 1953 - Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. *Vie et Milieu*, **4**, 569-604.

PICHARD G. & ROUCAUTE E., 2014 - Pluies et crues en bas Rhône et caractérisation du Petit Age de Glace. *Méditerranée*, **122**, 31-42.

PREOTEASA L., VESPREMEANU-STROE A., HANGANU D., KATONA O. & TIMAR-GABOR A. 2013 - Coastal changes from open coast to present lagoon system in Histria region (Danube Delta). *Journal of Coastal Research. Special Issue*, **65**, 564-569.

RABAN A., 1987 - Alternated River Courses During the Bronze Age along the Israel Coastline. *In* M. Euzennat, R. Paskoff & P. Trousset (eds.), *Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée d'après les données de l'archéologie : Aix-en-Provence, 5-7 septembre 1985*. Colloques internationaux du CNRS. Editions du CNRS, Paris, 173-189.

RABAN A., 1991 - Minoan and Canaanite Harbours. *In* R. Laffineur & L. Basch (eds.), *Thalassa : l'Egée préhistorique et la mer : actes de la troisième Rencontre égéenne internationale de l'Université de Liège, Station de recherches sous-marines et océanographiques (StaReSO), Calvi, Corse (23-25 avril 1990)*. *Aegaeum*, **7**. Université de l'Etat à Liège, Liège, 129-146.

RAMALLO ASENSIO S.F., 2011 - *Carthago Nova. Puerto Mediterráneo de Hispania*. Fundación Cajamurcia, Murcia, 175 p.

REDDÉ M., 1986 - *Mare Nostrum : les infrastructures, le dispositif et l'histoire de la marine militaire sous l'Empire romain*. Bibliothèque des Ecoles Françaises d'Athènes et de Rome, **260**. Ecole Française de Rome, Rome, 737 p.

REINHARDT E.G., GOODMAN B.N., BOYCE J.I., LOPEZ G., VAN HENGSTUM P., RINK W.J., MART Y. & RABAN A., 2006 - The tsunami of 13 December A.D. 115 and the destruction of Herod the Great's harbor at Ceasarea Maritima, Israel. *Geology*, **34** (12), 1061-1064.

REYNIER C., 2011 - *Tempêtes : quatre récits bibliques. L'homme, la nature, la mort*. Lire la Bible, **167**. Editions du Cerf, Paris, 272 p.

RODZIEWICZ M.D., 2011 - Wine Production and Trade in Late Roman Alexandria. *In* C. Décobert, J.-Y. Empereur & C. Picard (eds.), *Alexandrie Médiévale. 4*. Etudes Alexandrines, **24**. Centre d'Etudes Alexandrine, Alexandrie, 39-56.

ROSSI V., AMOROSI A., SARTI G. & POTENZA M., 2011 - Influence of inherited topography on the Holocene sedimentary evolution of coastal systems: An example from Arno coastal plain (Tuscany, Italy). *Geomorphology*, **135** (1-2), 117-128.

ROSSI V, AMOROSI A, SARTI G & ROMAGNOLI R., 2012 - New stratigraphic evidence for the mid-late Holocene fluvial evolution of the Arno coastal plain (Tuscany, Italy). *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, **2012** (2), 201-214.

ROUX M.R., 1991 - Les sédiments de l'Etang de Berre, témoins de la pression anthropique holocène? *Méditerranée*, **74**, 3-14.

RUIZ J.M. & CARMONA P., 1999 - La desembocadura del Guadalaviar en época medieval: progradación deltaica y avulsión. *In Geoarqueologia i Quaternari litoral : Memorial Maria Pilar Fumanal*. Universitat de València, Departament de geografía, València, 245-257.

RUIZ J.M. & CARMONA P., 2009 - Geomorfología y cambios ambientales desde el Holoceno medio en el litoral de Torre la Sal (Castellón). Litoral mediterráneo de la Península Ibérica. *In* E. Flors (coord.), *Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón) : Evolución del paisaje antrópico desde la prehistoria hasta el medioevo*. Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques, **8**. Diputació de Castelló, Servei d'Investigacions Arqueòlogiques i Prehistòriques, Castellón, 21-38.

RUIZ J.M., CARMONA P. & PÉREZ CUEVA A., 2014 - Flood frequency and seasonality of the Jucar and Turia mediterranean rivers (Spain) during the "Little Ice Age". *Méditerranée*, **122**, 121-130.

SABATIER P., DEZILEAU L., BARBIER M., RAYNAL O., LOFI J., BRIQUEU L., CONDOMINES M., BOUCHETTE F., CERTAIN R., VON GRAFENSTEIN U., JORDA C. & BLANCHEMANCHE P., 2010 - Late-Holocene evolution of a coastal lagoon in Gulf of Lions (South of France). *Bulletin de la Société Geologique de France*, **181** (1), 27-36.

SABATIER P., DEZILEAU L., COLIN C., BRIQUEU L., BOUCHETTE F., MARTINEZ P, SIANI G., RAYNAL O. & VON GRAFENSTEIN U., 2012 - 7,000 years of paleostorm activity in the NW Mediterranean Sea in response to Holocene climate events. *Quaternary Research*, **77** (1), 1-11.

SALOMON F., GOIRAN J.-P., BRAVARD J.-P., ARNAUD P., DJERBI H., KAY S. & KEAY S., 2014 - A harbour-canal at Portus:

a geoarchaeological approach to the *Canale Romano*: Tiber delta, Italy. *Water History*, **6** (1), 31-49.

SANCHEZ C., FAÏSSE C., JÉZÉGOU M.-P. & MATHÉ V., 2014 - Le système portuaire de Narbonne antique : approche géoarchéologique. *In* L. Mercuri, R. González Villaescusa & F. Bertoncello (eds.), *Implantations humaines en milieu littoral méditerranéen : facteurs d'installation et processus d'appropriation de l'espace, de la Préhistoire au Moyen Age, 34e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Editions APDCA, Antibes, 125-136.

SARTI G., BINI M. & GIACOMELLI S., 2010 - The growth and decline of Pisa (Tuscany, Italy) up to the Middle Ages: correlations with landscape and geology. *Il Quaternario*, **23** (2 bis), 311-322.

SCHUBART H., 1991 - Investigaciones geológicas y arqueológicas sobre la relación costera de los asentamientos fenicios en la Andalucía Mediterránea. *In Atti del II Congresso internazionale di studi fenici e punici : Roma, 9-14 novembre 1987*. Collezione di Studi Fenici, **30**. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 1245-1251.

SCHULZ H.D., 1983 - Zur Lage holozäner Küsten in den Mündungsgebieten des Río de Vélez und des Río Algarrobo (Málaga). *Madrider Mitteilungen*, **24**, 59-64.

SENCIALES GONZÁLEZ J.M. & MALVÁREZ G., 2003 - La desembocadura del río Vélez (provincia de Málaga, España). Evolución reciente de un delta de comportamiento mediterráneo. *Cuaternario y Geomorfología*, **17** (1-2), 47-61.

SLIM H., TROUSSET P., PASKOFF R. & OUESLATI A., 2004 - Le littoral de la Tunisie : étude géoarchéologique et historique. CNRS Editions, Paris, 308 p.

SORREL P., DEBRET M., BILLEAUD I., JACCARD S.L., MCMANUS J.F. & TESSIER B., 2012 - Persistent non-solar forcing of Holocene storm dynamics in coastal sedimentary archives. *Nature Geoscience*, **5** (12), 892-896.

STAGER L.E., 1992 - Le tophet et le port commercial. *In* A. Ennabli (ed.), *Pour sauver Carthage : exploration et conservation de la cité punique, romaine et byzantine*. UNESCO, Paris & INAA, Tunis, 73-78.

STANLEY D.J. & WARNE A.G., 1994 - Worldwide initiation of Holocene marine deltas by deceleration of sea-level rise. *Science*, **265** (5169), 228-231.

STANLEY J.-D., GODDIO F., JORSTAD T.F. & SCHNEPP G., 2004 - Submergence of Ancient Greek Cities off Egypt's Nile Delta. *GSA Today*, **14** (1), 4-10.

STANLEY J.-D., BERNASCONI M.P., 2006 - Holocene depositional patterns and evolution in Alexandria's eastern harbor, Egypt. *Journal of Coastal Research*, **22** (2), 283-297.

STANLEY J.-D., BANDELLI A., BERNASCONI M.P., JORSTAD T., MELIS R., PUGLIESE N., SCHNEPP G. & WARNE A.G., 2007 - *Geoarchaeology*. Oxford Centre for Maritime Archaeology Monograph, **2** & Underwater Archaeology in the Canopic Region in Egypt, **2**. Oxford Centre for Maritime Archaeology, Institute of Archaeology, Oxford, 128 p.

STEFANIUK L. & MORHANGE C., 2010 - Evoluzione dei paesaggi littorali nella depressione sud-ovest di Cuma da 4000 anni. Il problema del porto antico. *In* A. Alessio, M. Lombardo & A. Siciliano (eds.), *Cuma : atti del quarantottesimo Convegno di studi sulla Magna Grecia, Taranto 27 settembre - 1 ottobre 2008*. Istituto per la Storia e l'Archeologia della Magna Grecia, Taranto, 305-322.

STEFANIUK L., BRUN J.-P., MUNZI P. & MORHANGE C., 2003 - L'evoluzione dell'ambiente nei Campi Flegrei e le sue implicazioni storiche : il caso di Cuma e le ricerche del Centre Jean Bérard nella laguna di Licola. *In* A. Stazio & C. Ceccoli (eds.), *Ambiente e paesaggio nella Magna Grecia : atti del quarantaduesimo Convegno di studi sulla Magna Grecia, Taranto, 5-8 ottobre 2002*. Istituto per la Storia e l'Archeologia della Magna Grecia, Taranto, 397-435.

STEWART I. & MORHANGE C., 2009 - Coastal geomorphology and sea-level change. *In* J. Woodward (ed.), *The physical geography of the Mediterranean*. Oxford University Press, Oxford & New York, 385-413.

STOCK F., PINT A., HOREJS B., LADSTÄTTER S. & BRÜCKNER H., 2013 - In search of the harbours: New evidence of Late Roman and Byzantine harbours of Ephesus. *Quaternary International*, **312**, 57-69.

STOCK F., KERSCHNER M., KRAFT J.C., PINT A., FRENZEL P. & BRÜCKNER H., 2014 - The palaeogeographies of Ephesos (Turkey), its harbours, and the Artemision – a geoarchaeological reconstruction for the timespan 1500 – 300 BC. *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementband*, **58** (Supplementary issue 2), 33-66.

TOUSSOUN O., 1934 - Les ruines sous-marines de la baie d'Aboukir. *Bulletin - Société Royale d'Archéologie. Alexandrie*, **29**, 342-352.

TRONCHÈRE H., MILLET B., GOIRAN J.-P., CARBONEL P., DJERBI H., VERA R., TORAB M., ELASSAL M. & CALLOT Y., 2012-2013 - Geoarchaeological results from the harbor of Taposiris and implications concerning the construction of the harbor. *Ägypten und Levante*, **22-23**, 383-394.

TROUSSET P. & PASKOFF R., 1991 - Biban (Les Portes). *Encyclopédie berbère*, **10**, 1488-1492.

VALÉRIAN D., 2006 - Le pouvoir et les espaces portuaires dans le Maghreb médiéval. *In* F. Clément, J. Tolan & J. Wilgaux (eds.), *Espaces d'échanges en Méditerranée : Antiquité et Moyen Age*. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 77-90.

VESPREMEANU-STROE A., PREOTEASA L., HANGANU D., BROWN A.G., BÎRZESCU I., TOMS P. & GABOR-TIMAR A., 2013 - The impact of the Late Holocene coastal changes on the rise and decay of the ancient city of Histria (southern Danube delta). *Quaternary International*, **293**, 245-256.

VÖTT A., 2007 - Silting up Oiniadai's harbours (Acheloos River delta, NW Greece). Geoarchaeological implications of late Holocene landscape changes. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, **2007** (1), 19-36.

VÖTT A., SCHRIEVER A., HANDL M. & BRÜCKNER H., 2007 - Holocene palaeogeographies of the central Acheloos River delta (NW Greece) in the vicinity of the ancient seaport Oiniadai. *Geodinamica Acta*, **20** (4), 241-256.

WALKER H.J., 1984 - Man's impact on shorelines and nearshore environments: a geomorphological perspective. *Geoforum*, **15** (3), 395-417.

WALSH K., 2014 - *The archaeology of mediterranean landscapes, human-environment interaction from the Neolithic to the Roman period*. Cambridge University Press, Cambridge, 365 p.

WOODROFFE C.D. & SAITO Y., 2011 - River-Dominated Coasts. *In* B.W. Flemming (ed.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science. Volume 3: Estuarine and Coastal Geology and Geomorphology*. Academic Press, London, 117-135.

ZAOUALI L., 1999 - Mahdia, port et arsenal. *Cahiers du C.E.R.E.S. Série géographique*, **21**, 219-239.

ZVIELY D., SIVAN D., ECKER A., BAKLER N., ROHRLICH V., GALILI E., BOARETTO E., KLEIN M. & KIT E., 2006 - Holocene evolution of Haifa Bay area, Israel, and its influence on the ancient tell settlements. *The Holocene*, **16** (6), 849-861.